

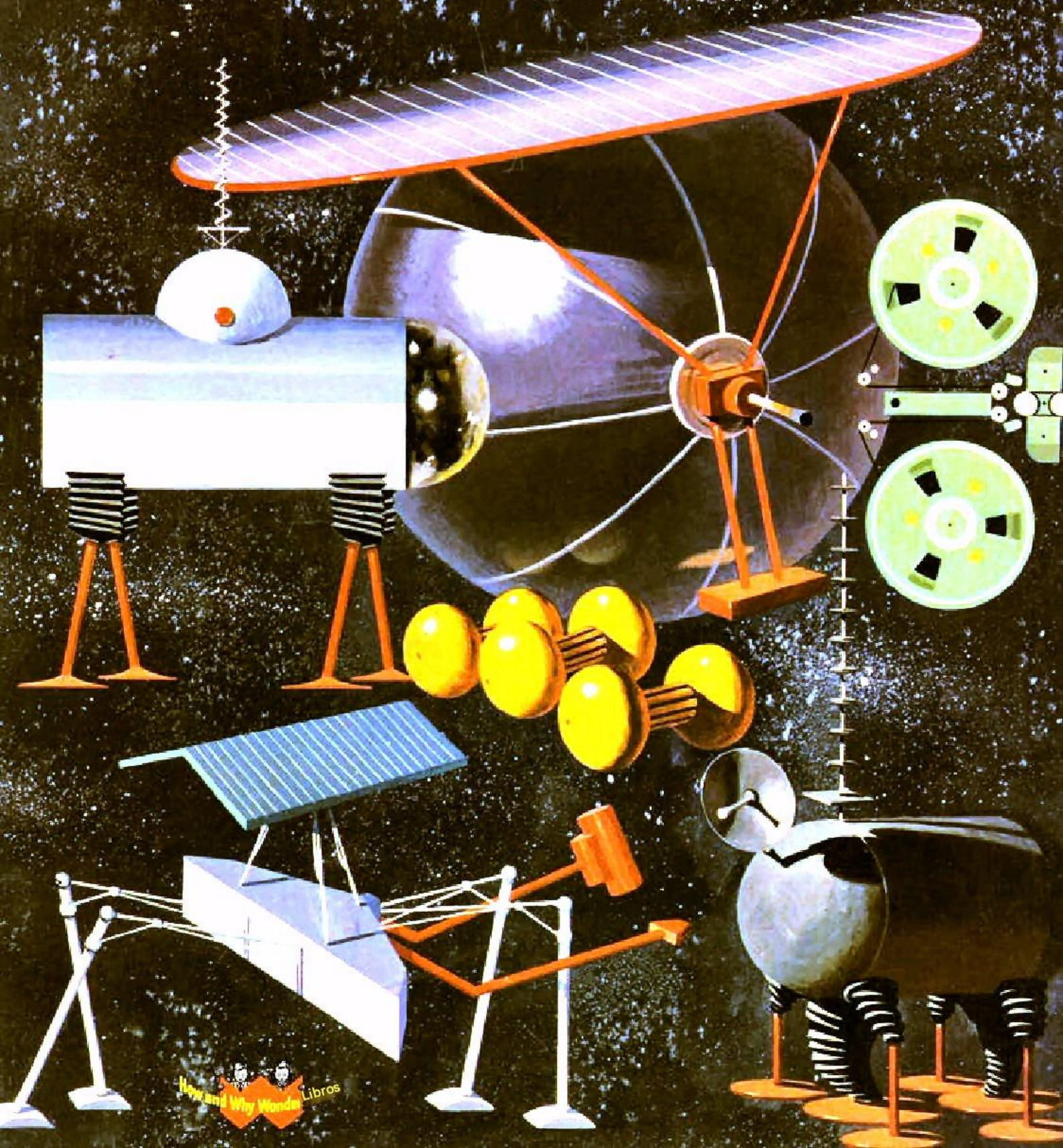
EL CÓMO Y
EL POR

QUÉ

Wonder Book of

6523 3/6

ROBOTS Y CEREBROS ELECTRÓNICOS





EL LIBRO MARAVILLOSO DE CÓMO Y POR QUÉ

ROBOTS Y CEREBROS ELECTRÓNICOS

Escrito por
ROBERT SCHARFF

Ilustrado por
DENNY MCMAINS

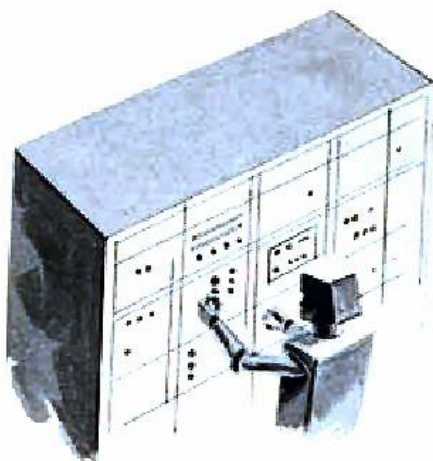
Producción editorial:
DONALD D. WOLF



Editado bajo la supervisión del
Dr. Paul E. Blackwood, Washington, D. C.

Texto e ilustraciones aprobados por
Oakes A. White, Museo Infantil de Brooklyn, Brooklyn, N. Y.

TRANSWORLD PUBLISHERS, LONDRES



Introducción

Las computadoras electrónicas están ayudando a la humanidad a entrar en la era espacial. Sin ellas, sería imposible para los científicos proporcionar rápidamente respuestas cruciales sobre los vuelos al espacio exterior. Los robots y las computadoras automáticas también son útiles de manera práctica, como aprendemos en este maravilloso libro de cómo y por qué de los robots y los cerebros electrónicos. A través de imágenes y numerosos ejemplos, este libro ofrece al lector una comprensión de la aplicación práctica y teórica de los dispositivos informáticos modernos.

Los científicos están interesados en descubrir y probar conceptos básicos sobre los fenómenos y eventos de la naturaleza. Los matemáticos desarrollan formas matemáticas de describir y predecir estos eventos. Los dos grupos se apoyan mutuamente para hacer descubrimientos y resolver problemas. Las computadoras electrónicas ofrecen una nueva base para la cooperación necesaria para resolver problemas. Algunos de estos problemas no se resolverían ni siquiera en una vida sin la ayuda de las computadoras

La llegada de las computadoras electrónicas y otras formas de automatización puede resultar en cambios sociales y económicos de gran importancia, como una semana laboral más corta. Para estar bien informado hoy en día, es necesario conocer los usos y las capacidades potenciales de los dispositivos automáticos modernos. Este maravilloso libro de cómo y por qué de los robots y los cerebros electrónicos proporcionará una base para comprender los múltiples usos de las computadoras electrónicas y estimulará a los lectores de todas las edades a pensar en el efecto de las máquinas en los futuros desarrollos económicos y científicos de nuestra civilización.

Paul E. Blackwood

El Dr. Blackwood es un empleado profesional de la Oficina de Educación de los Estados Unidos. Este libro fue editado por él a título privado y no se pretende ni debe inferirse ningún respaldo oficial ni respaldo por parte de la Oficina de Educación.

Este libro ha sido reeditado especialmente para su publicación
en Gran Bretaña.

© 1964, por Wonder Books, Inc.

Todos los derechos reservados bajo las Convenciones Internacionales y Panamericanas sobre Derechos de Autor.

Publicado de conformidad con el acuerdo con el propietario de la marca registrada, Wonder Books, Inc., Nueva York, EE. UU.

Publicado por Transworld Publishers, Bashley Rd., Londres, N.W.10.

Impreso por Hunt Barnard & Co. Ltd., en el letrero del Delfin, Aylesbury, Buckinghamshire

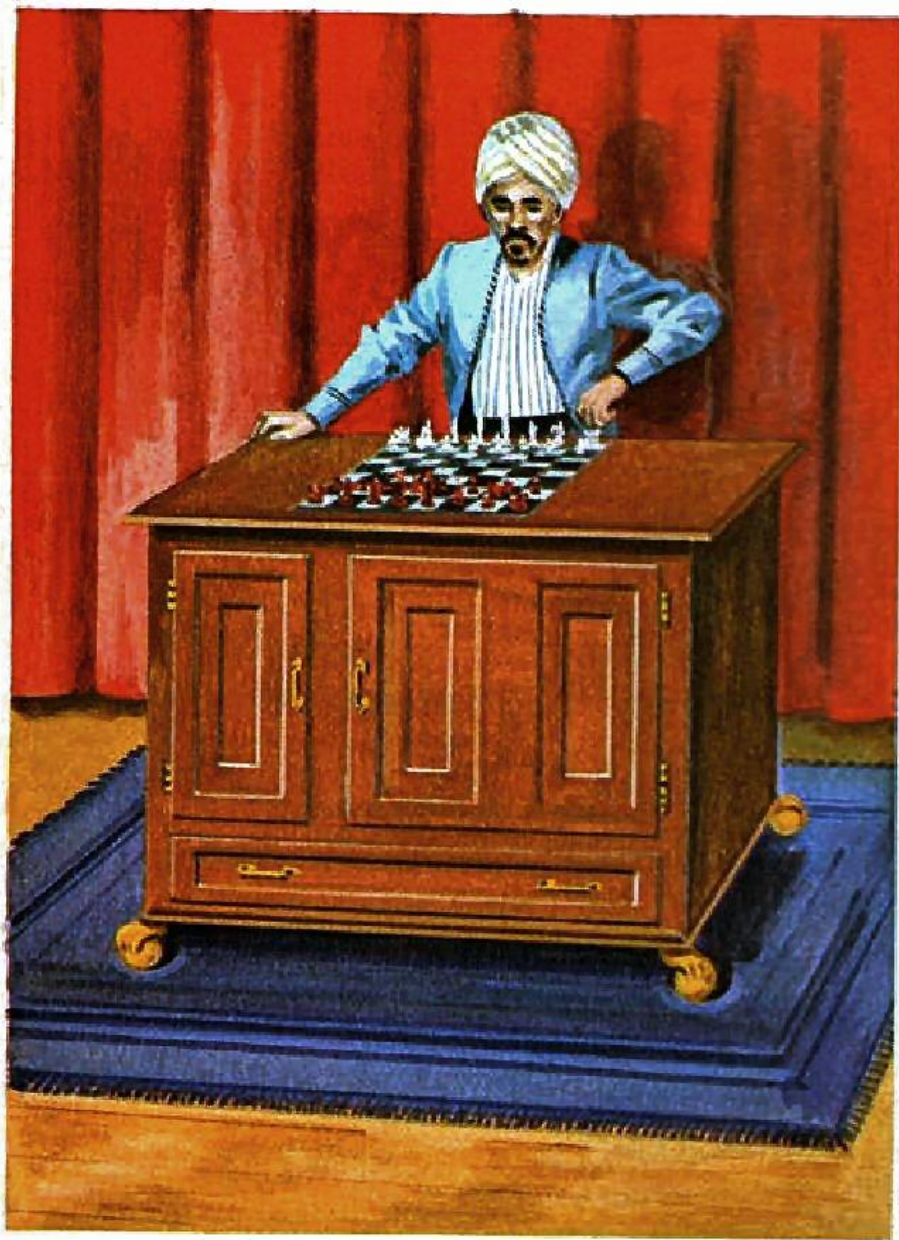
Contenido

	página		página
ROBOTS EN NUESTRO MUNDO	4	¿Cómo se le dan problemas a una computadora?	26
¿Qué son los robots?	5	¿Cómo puedes convertirte en programador?	28
¿Dónde se originaron los robots?	5	PONIENDO LA COMPUTADORA A TRABAJAR	28
¿Qué aspecto tienen los robots?	6	¿Cómo son valiosas las computadoras para la defensa nacional?	29
¿Cómo se usan los robots en el espacio exterior?	7	¿Cómo usan las computadoras las empresas y la industria?	30
¿Cómo funcionan los robots?	8	¿Cómo se utilizan las computadoras para facilitar los viajes aéreos y marítimos?	30
ROBOTS CON CEREBROS ELECTRÓNICOS	9	¿Cómo pueden las computadoras ayudar a los médicos?	31
¿Qué son las computadoras?	9	¿Cómo se convierte una computadora en traductora?	32
¿Cuáles son los usos de las computadoras?	10	¿Alguna vez falla un cerebro electrónico?	33
¿Quién inventó las computadoras?	10	LA MÁQUINA DE APRENDIZAJE	34
¿Qué tipos de computadoras existen?	11	¿Puede aprender un robot?	34
¿Qué es una computadora analógica?	11	¿Cómo funciona la máquina de aprendizaje?	34
¿Qué es una computadora digital?	14	¿Aprender?	34
CÓMO FUNCIONA UNA COMPUTADORA	14	¿Cómo se usan las máquinas que aprenden?	36
¿Qué se entiende por entrada?	15	LA MÁQUINA QUE ENSEÑA	37
¿Qué se entiende por procesamiento?	15	¿Cómo es una máquina que enseña?	37
¿Qué se entiende por salida?	16	¿Cómo "enseña" una máquina que enseña?	38
¿Cuál es la lógica de la computadora?	16	¿Pueden las máquinas reemplazar a los maestros?	39
¿Qué se necesita para construir una computadora simple?	17	LOS ROBOTS TOMAN EL CONTROL	39
¿Cómo funcionará?	17	¿Qué es la automatización?	39
¿Cómo da la computadora las respuestas?	18	¿Qué es la retroalimentación?	39
LOS ELEMENTOS DE UNA COMPUTADORA MODERNA	19	¿La automatización deja a la gente sin trabajo?	40
¿Dónde está el elemento de almacenamiento?	19	AUTOMATIZACIÓN EN ACCIÓN	42
¿Qué elemento realiza el cálculo?	20	¿Cómo se usa la automatización en las comunicaciones?	42
¿Cómo funcionan todos los elementos juntos?	21	¿Cómo se usa la automatización en el transporte?	42
¿Cómo se compara una computadora con otros métodos para resolver un problema?	21	¿Cómo se usa la automatización en la industria?	43
UN LENGUAJE PARA LA COMPUTADORA	22	¿Pueden los robots realizar tareas que el hombre no podría hacer?	45
¿Qué es el sistema numérico binario?	22	¿Qué es la telemetría?	46
¿Cómo se cuenta en el sistema binario?	22	¿Hasta dónde podemos llegar?	46
¿Cómo se convierten los números decimales a símbolos binarios?	23	LENGUAJE DE ORDENADORES	47
¿Puede el sistema binario dar otras respuestas?	24		
¿Puede un cerebro electrónico "pensar"?	25		

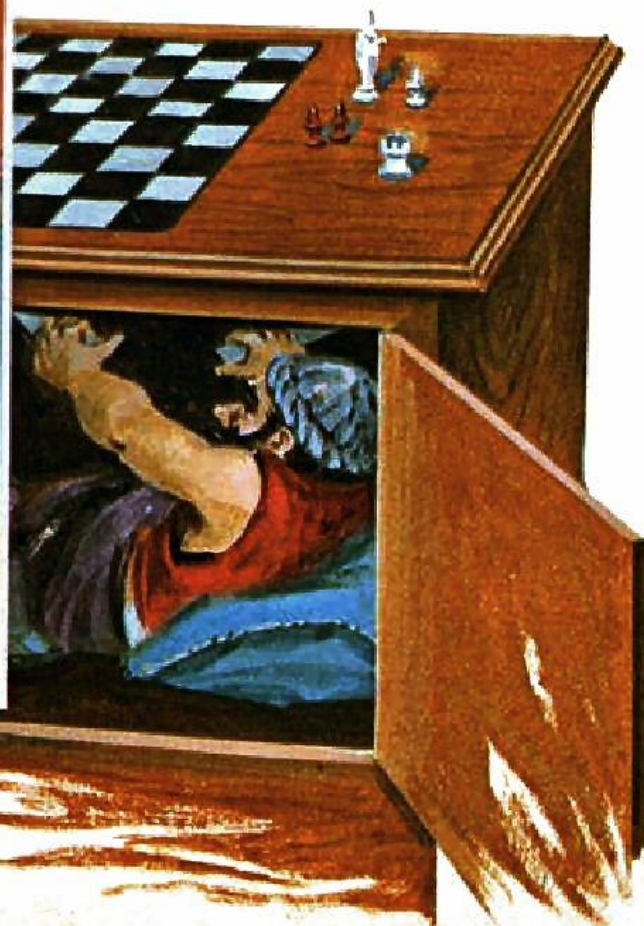


Robots en nuestro mundo

La palabra "robot" en esta era de la ciencia moderna todavía conlleva un sentimiento de esperanza y miedo. La esperanza es que las máquinas construidas para funcionar como los hombres harán la vida de la raza humana mucho más placentera y feliz. El miedo es que los robots algún día se apoderen del mundo y se conviertan en los amos de toda la humanidad. Después de que haya terminado de leer este libro, debería poder decidir si los robots ofrecen esperanza o deben ser temidos.



El jugador de ajedrez de von Kempelen, que aquí se muestra contemplando un movimiento, era un inteligente impostor, y no un robot en absoluto. La ilustración de abajo muestra al enano que era un excelente jugador de ajedrez y que manipulaba al autómata desde su escondite





Los científicos están encontrando muchos otros usos para los dispositivos de tipo robot. Por ejemplo, un barco mecanizado por radiocontrol, llamado MOBY-DIC (Yate de Observación Biotelemétrica Motorizada - Integración y Control de Datos), se emplea como observador no tripulado in situ del comportamiento social de ballenas y marsopas en su hábitat natural. Esta información, que no se puede obtener en cautiverio, es captada por los oídos y los ojos del robot y transmitida para su análisis a una nave nodriza oceanográfica a varias millas de distancia. Estos miembros de la familia de los mamíferos marinos parecen ignorar al modesto robot siempre y cuando no haga movimientos hostiles.

No todo el mundo está de acuerdo sobre qué es un robot

¿Qué son los robots?
"es", pero la mayoría de los diccionarios y enciclopedias lo definen como una pieza de

maquinaria que realiza un trabajo que se esperaría que hiciera un ser humano

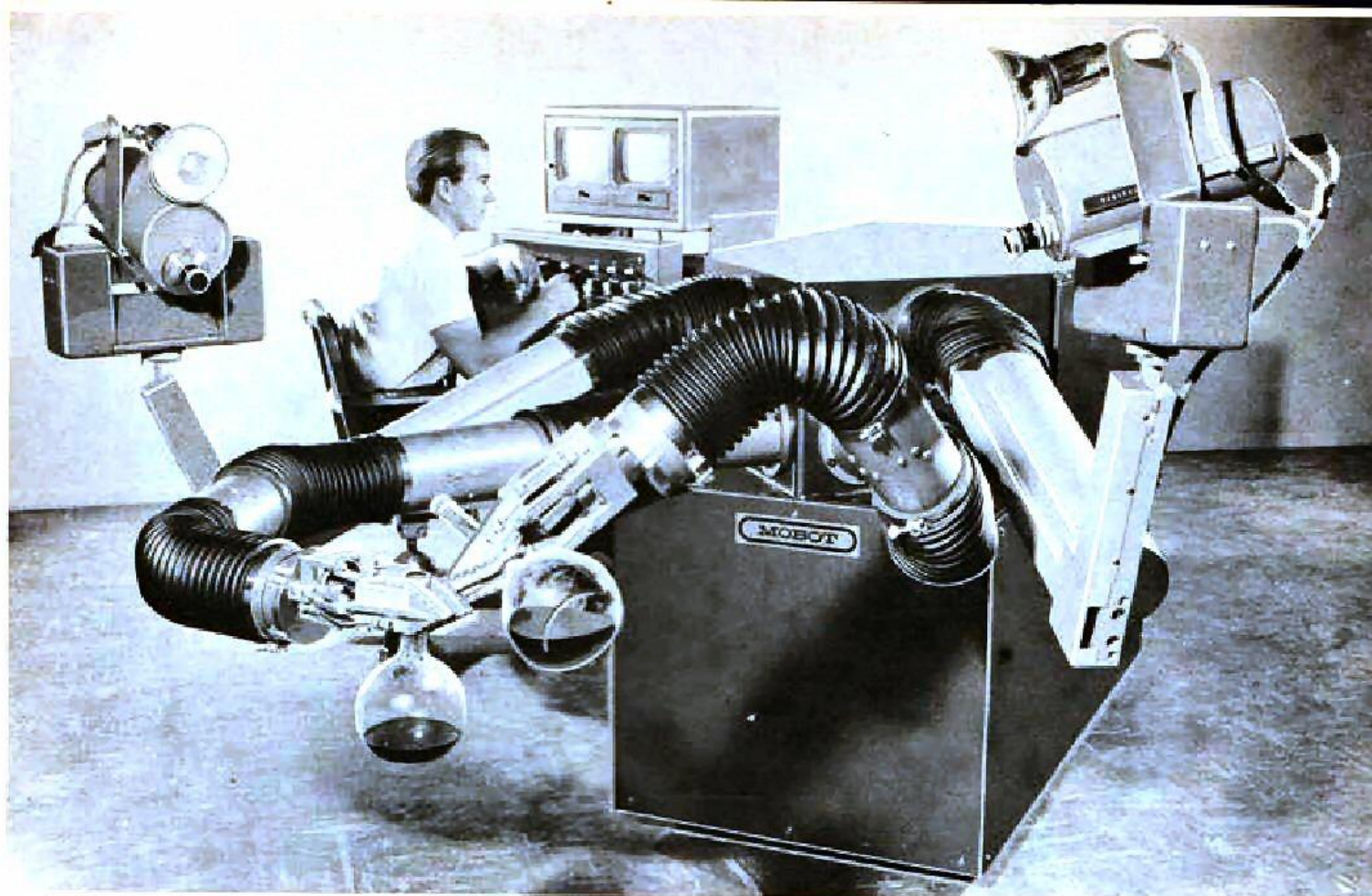
La idea de construir una máquina que pueda trabajar y pensar como un hombre no es nueva. Ha existido durante siglos. Sin embargo, la mayoría de las primeras historias de robots eran más fábulas que realidades, como el jugador de ajedrez "automático" ideado por el alemán Wolfgang von Kempelen en 1768. Esta máquina con apariencia humana tuvo un gran éxito jugando contra los mejores jugadores de Europa hasta que se descubrió que había un enano dentro del robot que jugaba muy bien.

Este robot era falso; pero recientemente, los científicos han podido construir máquinas electrónicas que realmente pueden jugar al ajedrez. Estas máquinas, una vez que se les enseña el juego, generalmente pueden vencer a los jugadores humanos, porque, a diferencia de los hombres, nunca cometen el mismo error dos veces. Y uno de estos robots que juegan al ajedrez es tan educado que imprime el siguiente mensaje después de ganar una partida: "Lo siento, has perdido. Gracias por una partida muy interesante".

La palabra robot, o ser artificial,

¿Dónde se originaron los robots?
proviene de la palabra checa ro-botnick, un an-

Nombre antiguo dado a un siervo o esclavo. Se introdujo en nuestro idioma moderno



MOBOT, el gentil robot, es lo suficientemente fuerte como para doblar barras de hierro, pero también puede manipular vasos de laboratorio con facilidad.

Fue escrito en 1922 por el escritor checo Karel Capek en su obra llamada R.U.R. Las iniciales que componen el título de la obra significan "Robots Universales de Rossum".

En la obra de Capek, todo el trabajo del mundo lo realizaban máquinas parecidas — a los hombres: los robots que Rossum fabricó en grandes cantidades. Todo marchaba a la perfección en la Tierra. Todas las necesidades y placeres de la humanidad se satisfacían, siempre y cuando los robots no tuvieran sentimientos propios. Entonces, un día, el gerente de la fábrica decidió fabricar robots superiores que tuvieran todos los sentimientos humanos de felicidad y dolor. Cuando esto sucedió, los robots se rebelaron contra sus amos humanos y destruyeron a toda la humanidad.

Desde la obra de Capek, el robot se ha convertido en un personaje favorito de la

escritores de ciencia ficción. Hoy en día, sin embargo, los robots ya no son creaciones de papel. Los robots reales están entre nosotros: dirigen fábricas, traducen idiomas, trazan las trayectorias de los cohetes y calculan o pronostican casi cualquier cosa que queramos saber, aunque se les llama de muchas formas diferentes.

La mayoría de los robots no se parecen a los hombres

¿Qué aspecto tienen los robots?

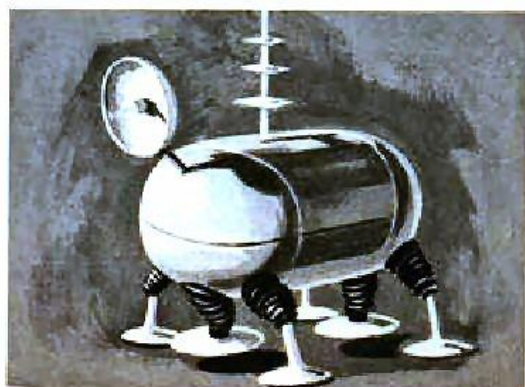
mecánicos de lata que vemos en los cómics, las películas o

la televisión. De hecho, nuestros asombrosos nuevos robots que se están diseñando y construyendo ahora se parecen poco al hombre. Sin embargo, en su trabajo, duplican las habilidades realizadas por los hombres y, a menudo, las hacen mucho mejor.

Ves robots trabajando en tu casa todos los días, aunque puede que no

los han considerado como tales. Pero, según una definición, las lavadoras, tostadoras, cafeteras automáticas, calentadores eléctricos, etc., son todos robots. Son máquinas que hacen el trabajo que se esperaría que hiciera un ser humano.

También hay robots que realizan trabajos que son demasiado peligrosos para que los hombres los realicen. Posiblemente el más conocido de estos robots es «Mobot». Esta máquina de control remoto tiene brazos de seis pies de largo que contienen manos, muñecas, codos y hombros. Dos cámaras de televisión colocadas sobre tentáculos articulados ascendentes sirven como ojos. Excepto por los brazos y los ojos, Mobot parece una gran caja de metal montada sobre ruedas. Los cables que conectan este robot con su amo llevan más de 100 canales de comando y dos canales de televisión. Aunque está diseñado para realizar el peligroso trabajo de manipular materiales radiactivos en laboratorios de investigación, Mobot podría utilizarse, en algún momento futuro, para tareas submarinas o en el espacio exterior.



Todos los satélites lanzados por

¿Cómo se utilizan los robots en el espacio exterior?

Los Estados Unidos que han viajado al espacio exterior

han tenido robots a bordo. Estos robots han enviado a sus amos en la Tierra, por radio, información o datos importantes sobre el espacio como la temperatura, la radiación, los efectos de la gravedad, etc. Desde su elevada posición en el espacio, incluso han tomado fotografías de la Tierra y otros planetas cercanos.

Cuando la primera nave espacial aterrice en la Luna, Marte o Venus, probablemente tendrá robots a bordo en lugar de seres humanos. Los robots, como Mobot, pueden mapear la superficie de la cara oculta de la Luna, realizar los estudios geológicos necesarios, ex-

Antes de enviar una nave espacial tripulada a la Luna, Estados Unidos planea explorar la superficie lunar con instrumentos. Esta exploración robótica comenzará con el Ranger, una cápsula instrumental que se espera que aterrice en la Luna en el Océano de las Tormentas. Le seguirá el Surveyor, que llevará instrumentos y cámaras de televisión similares a las utilizadas por el satélite meteorológico Tiros. Al Surveyor le seguirá el Prospector, que podrá moverse por la superficie lunar como un tractor. Se supone que los tres enviarán a la Tierra datos vitales que se utilizarán para hacer que un aterrizaje humano sea menos peligroso.





Las computadoras se utilizan en muchas industrias. En horas resuelven problemas matemáticos que a un hombre le tomarían más de una vida. Se utilizan en el diseño de aviones a reacción, en el control de misiles, en la composición de nóminas, en los cálculos de la industria petrolera y en innumerables otras aplicaciones.

explorar regiones desconocidas e incluso construir zonas de aterrizaje para futuras naves espaciales. Ayudarán a que sea más seguro para los humanos cuando lleguen más tarde.

Aunque otros robots se ven muy diferentes de Mobot, su funcionamiento básico es el mismo. La parte más importante de su funcionamiento es el hombre que les da las instrucciones. Estas instrucciones se dan a la máquina a través de cables o por radio (o pueden almacenarse en el propio robot). Para que la máquina siga los deseos de su amo, se debe suministrar energía a través de otros cables o de una fuente autónoma, como una batería

información para devolvérsela a su operador.

El robot puede tener dispositivos de agarre similares a los brazos y las manos humanos. Siguiendo instrucciones, el robot puede recoger y mover objetos, tal como lo haría un hombre. Para ello, suele ser necesario algún tipo de dispositivo que indique al operador la fuerza con la que agarran las manos o las garras, además de otra información. (En el caso de Mobot, los micrófonos en las muñecas permiten al operador "escuchar" las manos en acción). Algunos robots son lo suficientemente potentes como para atar barras de hierro y levantar más de 20 toneladas de peso, y sin embargo, son tan sensibles que pueden hacer pasteles o servir vasos de agua sin romperse

El robot, equipado con instrucciones y energía, puede contener algún tipo de dispositivo sensor, que podría ser una cámara de televisión, un contador de radiación (Geiger) o un magnetómetro (un equipo utilizado para encontrar petróleo y otros minerales). Estos dispositivos sensores pueden compararse con los ojos y la nariz humanos y permiten al robot recopilar la



Robots con cerebros electrónicos

De todos los robots que hay entre nosotros hoy en día, aquellos con cerebros electrónicos, llamados computadoras, prometen revolucionar nuestra forma de vida en los próximos años. Estos dispositivos robóticos eliminan la monotonía de muchos trabajos y ofrecen mucho más tiempo libre a sus amos humanos. Si bien se desarrollaron originalmente para ayudar en la solución de ciertos problemas científicos, las computadoras han resultado ser tan útiles en general que ahora se emplean en muchos tipos de trabajo diferentes.

Si buscaras la palabra "computadora" en

¿Qué son las
computadoras?

un diccionario, la encontrarías
definida como "una
máquina que resuelve problemas

matemáticos". Hoy en día, estas asombrosas máquinas van desde pequeños dispositivos de escritorio para "hacer sumas" hasta unidades del tamaño de una habitación que pueden resolver problemas matemáticos complejos en menos tiempo que un abrir y cerrar de ojos

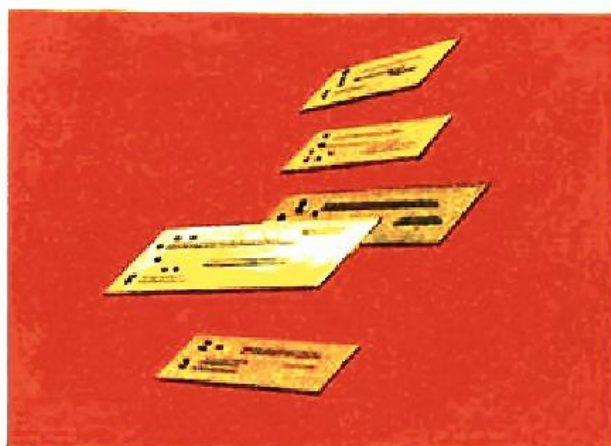
Aunque a las computadoras a veces se les llama "máquinas pensantes" o "robots que piensan", estos nombres son engañosos. Ninguna máquina puede pensar realmente en el sentido habitual, pero estas computadoras hacen muchas cosas importantes y emocionantes. Al usar su capacidad para resolver problemas matemáticos complejos, las computadoras pueden predecir las trayectorias de los satélites, guiar misiles balísticos en vuelo o detectar

condiciones climáticas de gran altitud y advertirnos de tormentas, tornados y huracanes con mayor rapidez y precisión que cualquier dispositivo de pronóstico del tiempo jamás utilizado.

Las computadoras resuelven problemas matemáticos en horas que tomarían más de la vida de un hombre resolver con papel y lápiz. Ayudan a las principales industrias a



Las industrias que se muestran en las páginas 8 y 9 son solo algunos ejemplos de los usos actuales de las computadoras. Se podrían mencionar innumerables otros usos



mejorar sus operaciones de fabricación, ya que con su ayuda, los hombres cualificados pueden controlar combinaciones complejas de máquinas.

Las computadoras afectan nuestras vidas de muchas maneras. Cada día manejan millones de

cheques de pago y cuentas bancarias. Ahora las utilizan los agricultores para saber cuándo plantar sus cultivos, qué alimentar a los animales, cuánta agua necesitan los cultivos y muchos otros datos importantes. Esta revolución tecnológica en la agricultura compensa la creciente demanda de alimentos de nuestra población en rápido crecimiento. Hablando de nuestra población en rápido crecimiento, son las computadoras las que ayudan a los estadísticos a llevar el recuento de personas en países de todo el mundo.

Pero las computadoras van mucho más allá de estos usos a otros servicios menos conocidos. Influyen en el diseño de casi

todo producto de tecnología avanzada: aviones a reacción, reactores nucleares, centrales eléctricas, puentes y fábricas químicas. Por ejemplo, en el Centro de Vuelos Espaciales de Huntsville, Alabama, dos potentes cerebros electrónicos, cada uno capaz de sumar casi 14 millones de cifras por minuto, están ayudando a diseñar la enorme nave espacial Saturno. Saturno, destinado a vuelos alrededor de la Luna y a las profundidades del espacio, será "volado" miles de veces en estas computadoras antes de llegar a la plataforma de lanzamiento.

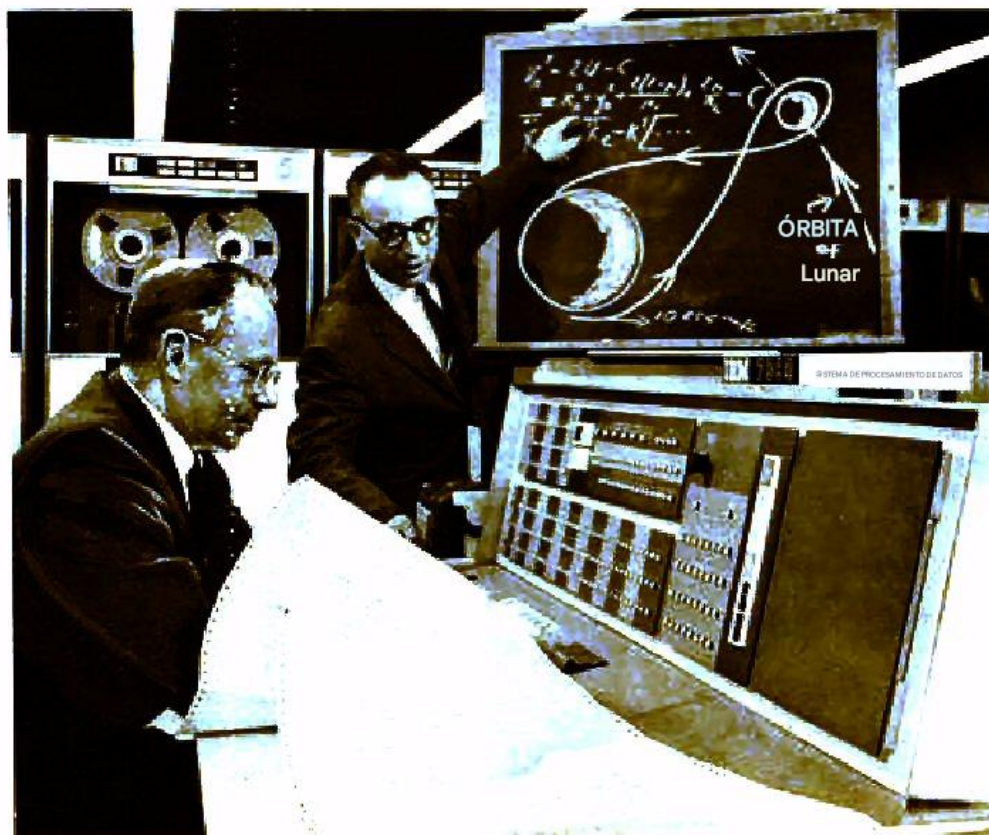
La computadora electrónica, uno de los

¿Quién inventó las computadoras?

inventos estadounidenses más importantes de este siglo, no fue un

descubrimiento de la noche a la mañana. Es el fruto de la ciencia práctica de las matemáticas y tiene sus raíces en el pasado.

De contar con los dedos, el hombre progresó gradualmente a guijarros en el suelo... a bolitas de bronce, deslizándose



Un objetivo principal del vehículo espacial

Saturno es la ejecución de un vuelo alrededor de la Luna para explorar el otro lado de este cuerpo celeste. Los vuelos reales cuestan millones de dólares. Por solo unos cientos de dólares, se puede simular matemáticamente un vuelo en la computadora IBM 7090. Aquí, se está estudiando el cálculo de una órbita lunar en el Centro Marshall de Vuelos Espaciales en Huntsville, Alabama. A la izquierda hay un modelo del potente superpropulsor de Saturno

en un tablero ranurado... a cuentas ensartadas en alambres enmarcados... y al ábaco. (Véase la ilustración, páginas 12-13) La primera máquina sumadora, inventada en 1642, fue seguida por una máquina aritmética de cuatro operaciones compuesta por una máquina diferencial que realizaba cálculos, un tabulador mecánico, un sistema de control de papel perforado y un analizador diferencial. Aunque estos inventos aumentaron la velocidad de cálculo, no lograron satisfacer las necesidades de nuestro complejo mundo.

Hace más de un siglo, Charles Babbage, un matemático inglés, diseñó una «máquina analítica», que era una máquina de cálculo automática, tal como usamos el término hoy en día. Su idea no se cumplió por completo porque nadie podía fabricar las piezas mecánicas requeridas con la precisión necesaria.

En 1936, un joven físico de Harvard, el profesor Howard Aiken, se topó con algunos de los escritos del Dr. Babbage. Al igual que Babbage, el Dr. Aiken vio la posibilidad de un robot que pudiera pensar por cientos de hombres en una fracción del tiempo que le tomaba a cualquiera de ellos resolver problemas matemáticos rutinarios. Aiken se asoció con otros investigadores y, para 1944, construyeron la primera computadora funcional.

Dos años más tarde, se construyó la primera computadora de propósito general, totalmente electrónica, llamada computadora ENIAC (de Electric Numeric Integrator and Calculator).

ENIAC fue el abuelo de los cerebros electrónicos actuales, robots del tamaño de una habitación que responden a los improbables nombres de UNIVAC, STRETCH, MANIAC, UNICALL, MINIVAC, SEAC y BIZMAC.

Hay dos tipos básicos de computadoras en uso hoy en día: analógicas y digitales.

Aunque son muy diferentes en su construcción, funcionamiento y uso, ambos determinan una cantidad determinada. El tipo analógico determina su cantidad midiendo cuánto, mientras que el tipo digital la determina contando cuántos.

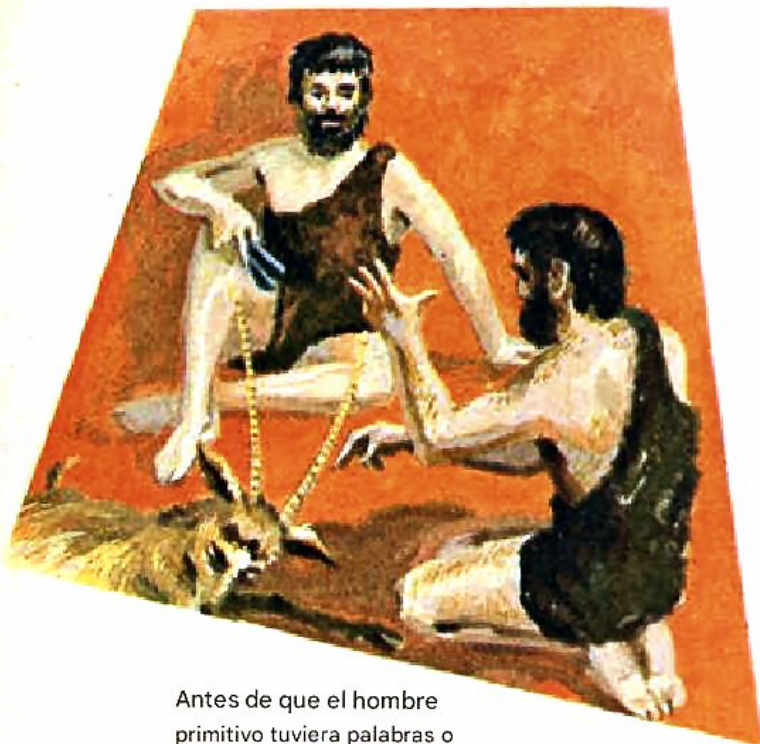
Una computadora analógica generalmente se construye

para ser una
¿Qué es una computadora analógica? o una semejanza física del problema

que está diseñada para resolver. Sin embargo, puede funcionar con cantidades físicas muy diferentes a las relacionadas con el problema que está resolviendo. Por lo general, las respuestas se registran en una escala calibrada, se trazan en un gráfico con un bolígrafo, se indican en una pizarra gráfica o se muestran en un dial. Una computadora analógica generalmente está diseñada para resolver un solo problema o una clase específica de problemas.

Hay muchos usos comunes para los dispositivos analógicos simples. Un ejemplo es el conocido velocímetro de los coches. Cambia la velocidad de giro del eje de la rueda a un valor numérico de velocidad en términos de millas por hora. Como sabemos, cuanto más rápido gira el eje del coche, mayor es la velocidad que leemos en el velocímetro. En este caso, nos interesa la velocidad del vehículo más que la rapidez con la que gira el eje. Pero la analogía o magnitud física de esta velocidad es el giro del eje. Las reglas de cálculo, los termómetros, los relojes y las básculas son ejemplos de este tipo de ordenador.





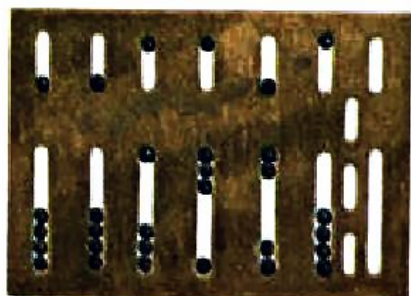
Antes de que el hombre primitivo tuviera palabras o símbolos para los números, usaba sus dedos para contar.

Muchos pueblos primitivos, habiendo avanzado desde el conteo con los dedos, usaban piedras como contadores. Los incas peruanos usaban cuerdas anudadas llamadas quipus para contar.

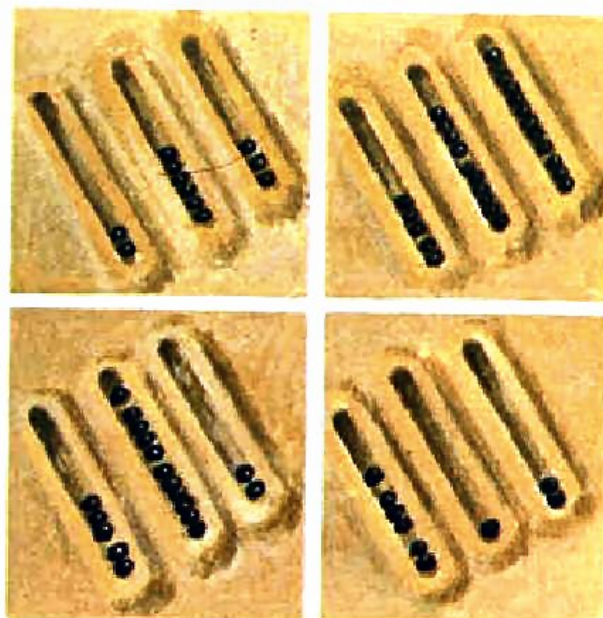


El ábaco primitivo no era más que piedras en ranuras en la arena,

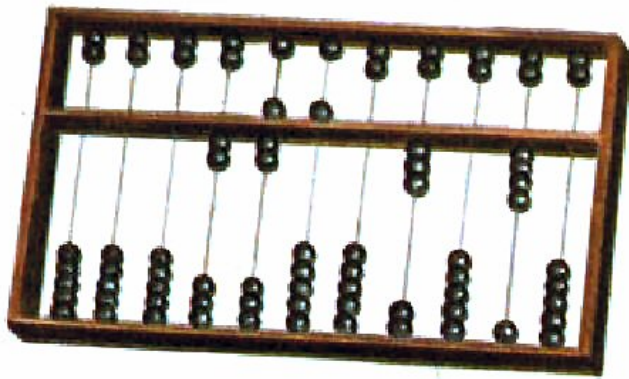
Aunque el ábaco ha tenido muchas formas y nombres diferentes, dependiendo de cuándo y dónde se usó, su funcionamiento básico permanece inalterado. Tiene columnas individuales con cuentas o canicas. Las columnas están dispuestas en la posición numérica o sistema decimal utilizado en el antiguo Cercano Oriente. Veamos el más antiguo, el tablero de conteo de los comerciantes babilónicos: tres filas de guijarros; ninguna columna puede tener más de 9 guijarros. Sumemos 263 a 349. Primero, coloque los guijarros para indicar 263: 2 centenas, 6 decenas y 3 unidades. Ahora, agregue guijarros para significar 349: 3 centenas, 4 decenas y 9 unidades. Como ninguna columna puede tener más de 9 guijarros, mueva los guijarros de derecha a izquierda y obtendrá como resultado 6 centenas, 1 decena y 2 unidades, o 612



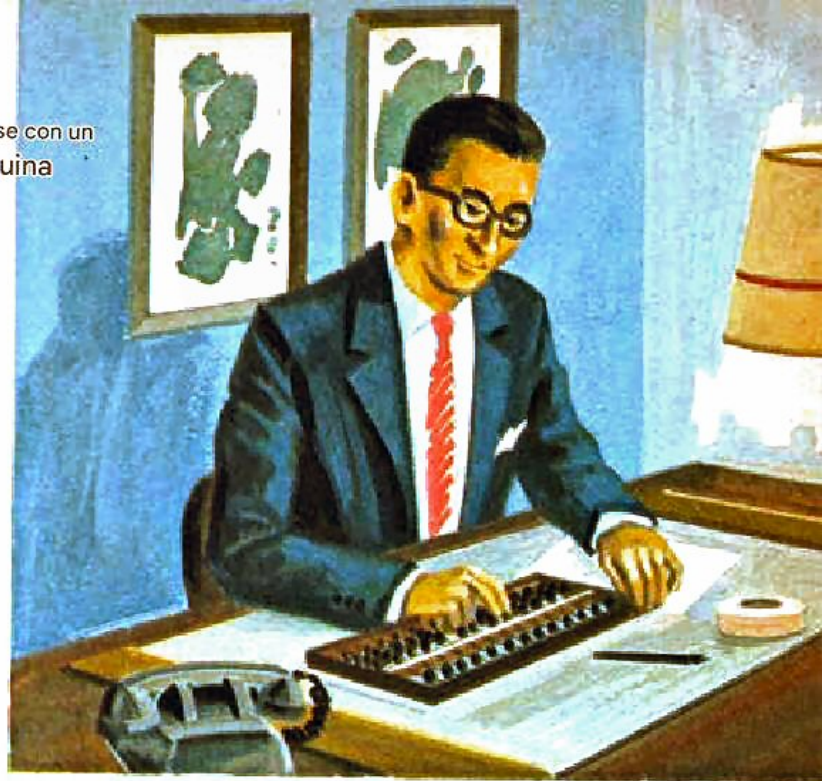
El ábaco romano estaba hecho de metal y se usaban pequeñas bolas en cada columna



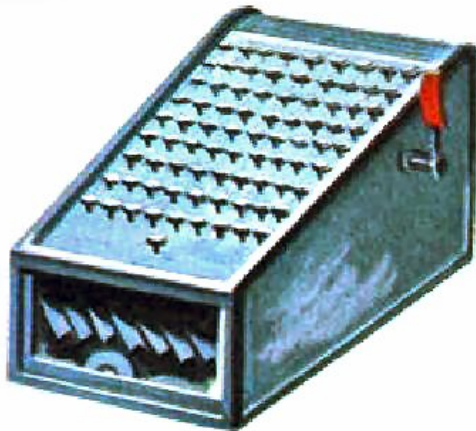
Hace unos años, un contable chino-estadounidense con un ábaco ganó una carrera contra una máquina calculadora electrónica.



La máquina sumadora Pascal de 1642 (arriba) y la de Burrough (abajo) fueron solo peldaños hacia los "milagros" modernos.

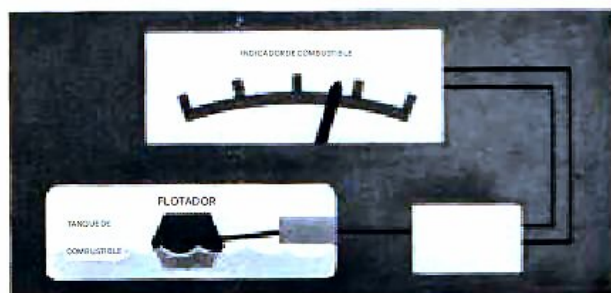


Las cuentas sobre la barra transversal de un ábaco chino se llaman quintillizos y cuentan 5 cada una cuando se empujan hacia abajo hasta la barra; las cuentas de abajo cuentan 1 cada una cuando se empujan hacia arriba hasta la barra. Cada alambre ensartado con cuentas se llama columna y representa una columna de cifras en el sistema decimal. La cifra que se muestra en el ábaco de arriba a la izquierda es: 27.503.040.



"¿Qué tan lejos?" y "¿Qué tan rápido?" son dos preguntas que responden dos tipos de computadoras analógicas en su automóvil: el "odómetro", que indica el kilometraje que ha conducido, y el "velocímetro", que indica la velocidad aproximada a la que conduce. Su funcionamiento es relativamente sencillo: se determina cuántas vueltas debe dar la rueda de un coche para recorrer una milla y se instala un eje flexible especial para transmitir el número de revoluciones a un contador en el salpicadero. El contador, compuesto por una serie de ruedecillas con números del 0 al 9, está construido de tal manera que, cuando una ruedecilla da una vuelta completa, hace clic en la rueda contigua sobre un número. De esta forma, se registran todas las unidades de millas. El velocímetro funciona con el mismo eje flexible que el odómetro, solo que en este caso el giro de la rueda del coche crea campos magnéticos. Como se ve en nuestra ilustración, el velocímetro consta de un disco (principalmente de aluminio). Una aguja está sujeta al disco mediante un resorte de alambre que tiende a tirar de la aguja hacia el cero. Como ya hemos mencionado, un imán permanente unido al eje flexible gira más rápido cuando el coche va más rápido y crea un campo magnético en el disco de aluminio que tiende a alejar el disco y la aguja del cero. Cuanto más rápido vaya el coche, mayor será la atracción y más se alejará la aguja del cero.

Si bien estos ejemplos de computadoras analógicas son bastante simples, este tipo también se utiliza para muchos propósitos complejos. El tipo electrónico, por ejemplo, se utiliza para la navegación, la guía de misiles y el control de fuego antiaéreo. Estas últimas, llamadas computadoras directoras de armas, se utilizan para apuntar y disparar armas a aviones hostiles. Si alguna vez has intentado disparar un rifle a un objetivo en movimiento, puedes imaginar la complejidad que requiere una computadora para apuntar un arma y dar en el blanco a un avión hostil a más de 40,000 pies de altura y viajando a velocidades superiores a 600 millas por hora. Ningún ser humano puede resolver todos los cálculos: velocidad del viento, dirección del avión, qué tan rápido va, etc., lo suficientemente rápido como para hacer este trabajo, pero una computadora analógica electrónica puede hacerlo con facilidad.



El indicador de combustible de un automóvil es otro ejemplo de una computadora analógica. Indica qué proporción del tanque está lleno de gasolina.

Las computadoras digitales son las computadoras

más utilizadas

¿Qué es una computadora digital?

Los robots de hoy en día, porque son

mucho más precisos y realizan más tipos de trabajo que los analógicos. Las computadoras digitales no miden; cuentan. Deben su nombre al número contable de nuestros diez dedos o dígitos. Debido a que tenemos 10 dígitos en lugar de doce, seis u ocho, la mayoría de los cálculos se basan en el sistema decimal familiar: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9.

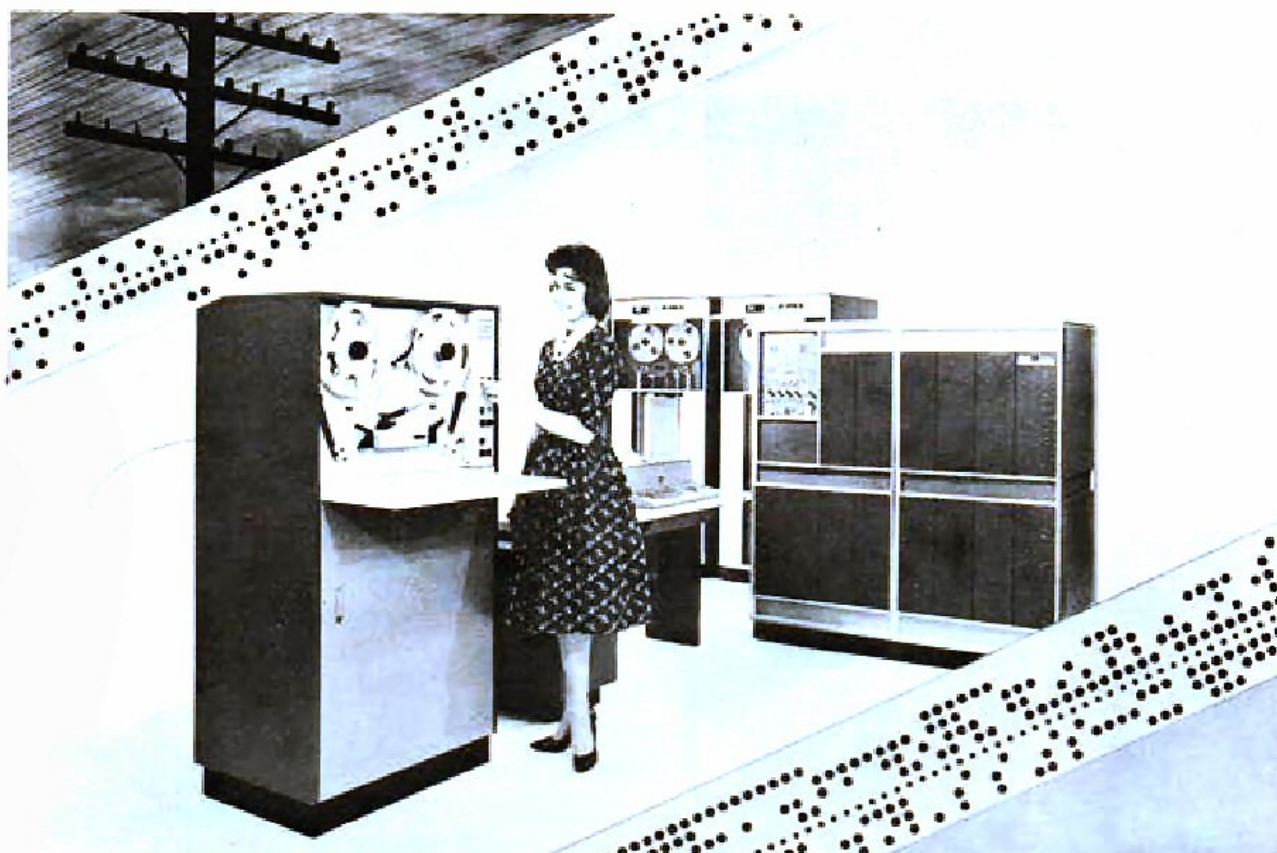
La computadora digital más simple que tenemos son nuestros dedos. Los problemas se pueden resolver contándolos. Una computadora digital más compleja con la que estamos familiarizados es la calculadora de escritorio.

Esta máquina puede hacerlo todo: sumar, restar, multiplicar y dividir

La computadora digital electrónica automática moderna, a menudo llamada sistema de procesamiento de datos, puede realizar una larga serie de operaciones aritméticas y lógicas basándose en las instrucciones que se le dan al comienzo del problema. Las operaciones lógicas incluyen tareas como ordenar, seleccionar, comparar y emparejar varios tipos de información.

Cómo funciona una computadora

Todas las computadoras digitales modernas tienen tres pasos básicos en su funcionamiento. La información o los datos deben introducirse en la entrada de la computadora. La información debe reorganizarse y procesarse — de forma ordenada. La respuesta o solución debe devolverse al investigador en una forma comprensible



Nuestra imagen muestra una computadora IBM (al fondo) que se alimenta con información preparada por una perforadora de cinta (centro izquierda). Muestras de la cinta perforada se encuentran en la parte superior e inferior.

Al igual que con los otros robots sobre los que leiste anteriormente, un ser humano debe

¿Qué se entiende por entrada?

darle a la computadora

instrucciones completas antes de que pueda resolver cualquier problema o realizar cualquier trabajo. Un conjunto de dichas instrucciones se llama programa y es preparado por un hombre o una mujer llamado programador. Su trabajo es estudiar el problema dado, diseñar un plan para su solución y presentar el plan a la computadora, junto con todas las instrucciones necesarias sobre cómo usarlo. Sin el programador, la computadora sería inútil.

El programa puede introducirse en la parte de entrada de la computadora de varias maneras: tarjetas perforadas o con pestañas, cinta perforada o con pestañas, cinta magnética

(el método más popular) o en papel grabado con tinta magnética especial. La información de entrada puede ser de naturaleza científica, comercial, estadística o de ingeniería.

La operación de procesamiento se lleva a cabo dentro de la computadora

¿Qué se entiende por procesamiento?

en sí misma. Al utilizar sus diversas partes o

elementos, la computadora calcula, clasifica, empareja, compara y selecciona hasta llegar a la respuesta deseada al problema que se le ha dado.

Mientras se lleva a cabo esta operación de procesamiento, todo el procedimiento es revisado por un hombre, llamado operador, en el panel de control de la computadora. Es su deber asegurarse de que la computadora esté funcionando

cionamiento de la manera adecuada. Puede iniciar y detener la computadora y regular su actividad. Puede enviar nuevas instrucciones o correcciones que le haya dado el programador, y puede probar varias partes de la computadora para ver si funcionan normalmente.

Después de hacer su trabajo, la computadora devuelve su respuesta al programador.

¿Qué se entiende por salida?

Los resultados pueden

perforarse en tarjetas o cinta, o grabarse en cinta magnética como la que se usa en una grabadora doméstica. El programador puede entonces traducir la respuesta de la máquina a datos para todos los que estén interesados. Muchas de las computadoras más nuevas tienen dispositivos de impresión que toman la salida de la máquina y la convierten en un formato de informe impreso fácil de entender para todos. Estas impresoras, como se les llama, hacen innecesario que los programadores interpreten las respuestas de la computadora.

Uno de los puntos más difíciles de entender

¿Cuál es la lógica

de la computadora?

sobre el funcionamiento de una computadora es cómo puede tomar

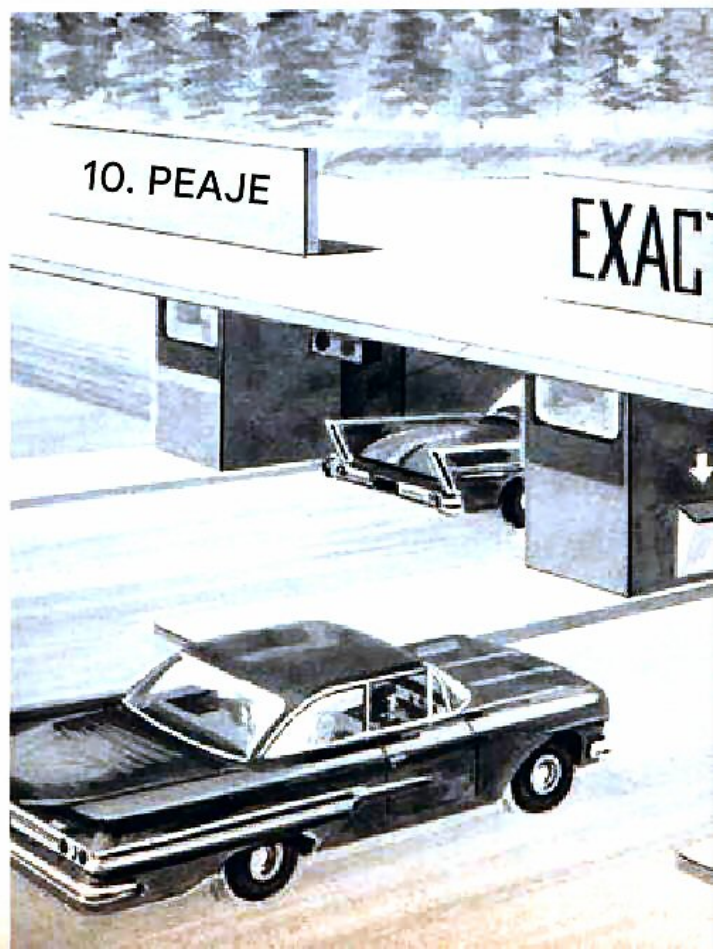
una decisión lógica. Cuando llegamos a una decisión lógica sobre un problema, lo hacemos mediante un proceso de pensamiento o razonamiento. Buscamos en nuestra memoria o en libros los datos sobre el tema y

tomamos nuestra decisión basándonos en estos hechos. Si bien una computadora no puede pensar ni razonar como nosotros, llega a sus decisiones lógicas a partir de los datos que le proporciona su programador.

Posiblemente el ejemplo más simple de un sistema informático es el interruptor de luz ordinario. El problema en este caso es: cuando el interruptor está cerrado, ¿se dan todas las condiciones para que la bombilla se encienda? Las condiciones son hechos tales como si la corriente eléctrica está encendida, si la bombilla está en buen estado, si la habitación está correctamente cableada, etc. Si la respuesta es "sí" a todas las condiciones, la bombilla se encenderá cuando se encienda el interruptor. El sistema informático, en efecto, dará su respuesta lógica basándose en el hecho de que se dan todas las condiciones para que la bombilla se encienda cuando se da la señal.

Otro ejemplo de un dispositivo informático es el cobrador automático de peajes que se ve en muchas autopistas y puentes en

El cobrador automático de peajes es un dispositivo tipo computadora. Toma "decisiones lógicas" sobre si se ha depositado la cantidad correcta de dinero.



Estados Unidos. Este dispositivo tiene la responsabilidad de tomar una decisión lógica sobre si el conductor ha depositado o no la cantidad adecuada de dinero para pagar el peaje.

Supongamos que la computadora va a cobrar un peaje de 10¢. Este pago se puede realizar depositando: una moneda de diez centavos; dos monedas de cinco centavos; una moneda de cinco centavos y cinco centavos; o diez centavos. El cobrador automático de peaje recibirá su entrada (las monedas) y las procesará. Luego tomará su decisión lógica basándose en si el pago del conductor es suficiente o no. Si la respuesta es "sí", el dispositivo indicará al conductor que puede continuar. Sin embargo, si la computadora llega a la decisión lógica de que no se ha depositado suficiente dinero, emitirá una señal de "alto" y sonará una alarma para que los guardias sean notificados inmediatamente de su decisión negativa.

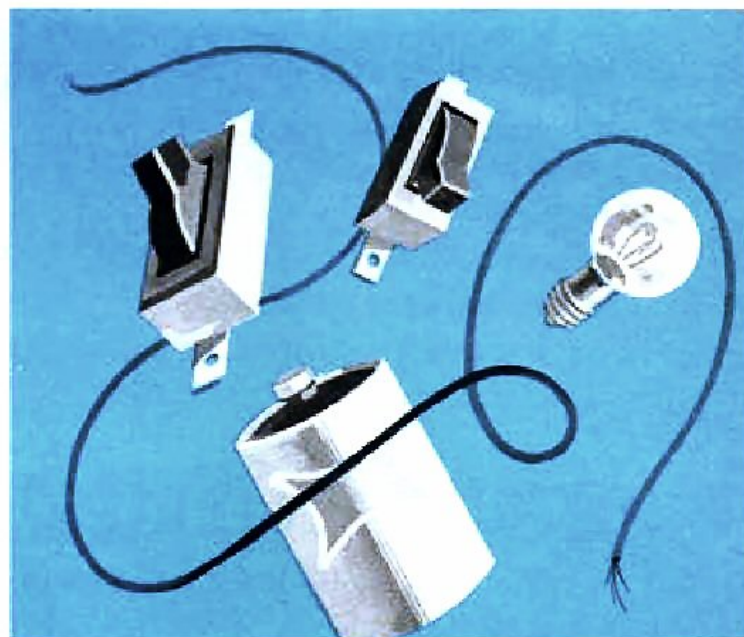


Aunque la mayoría de las computadoras digitales cuestan

¿Qué se necesita
para construir una
computadora simple?

Con miles de libras,
puedes construir
uno que responda "sí"
o "no" a preguntas

sencillas por unos pocos chelines. Esto es lo que necesitas: dos interruptores mecánicos, una pila de linterna, una bombilla de linterna y un poco de cable. Recuerda que esta va a ser una computadora muy sencilla. Pero puede que te sorprenda de todos modos.



Puedes construir una computadora sencilla que te ayudará a comprender el difícil tema del funcionamiento de los cerebros electrónicos.

Como diseñador de computadoras, tu

¿Cómo
funcionará?

problema es este: con las partes
mencionadas anteriormente,
construye una computadora

que dé una señal reconocible cuando se cumplan las dos condiciones necesarias.

Puedes considerar la bombilla como la salida de la computadora y los interruptores, cada uno de los cuales puedes abrir o cerrar a mano, como las entradas

Cuando las piezas estén correctamente conectadas, la computadora hará que la bombilla se encienda, indicando: "Sí, se cumplen ambas condiciones". Cuando la bombilla esté apagada, la computadora estará diciendo: "No, no se cumplen ambas condiciones".

Probablemente ya hayas resuelto esto.

manera, ambos interruptores deben estar

Conecta los interruptores con la batería y la bombilla como se muestra en la figura 1. De esta

cerrados para que la bombilla se encienda. Cuando solo un interruptor está cerrado o cuando ambos están abiertos, la bombilla estará apagada. ¿Simple? Sí. Pero cuando consideras las operaciones lógicas que realiza esta computadora, son realmente impresionantes:

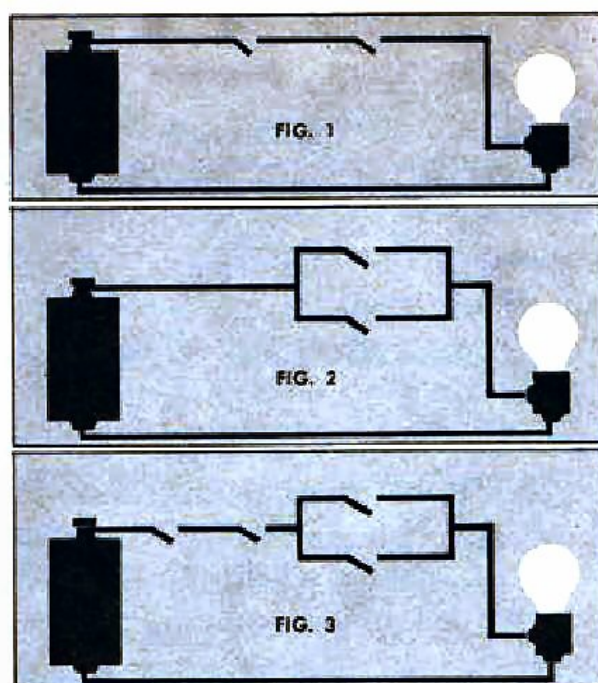
Acepta información como entrada (los interruptores están abiertos o cerrados).

Toma una decisión basada en la entrada (¿están ambos interruptores cerrados?).

Realiza una acción basada en esta decisión (la bombilla se enciende o permanece apagada).

Al reorganizar los interruptores, puedes construir una computadora que decidirá automáticamente si alguno de los interruptores está cerrado y encenderá la bombilla indicando: "Sí, se ha cumplido al menos una de las dos condiciones posibles". (Fig. 2).

Al combinar los dos circuitos o disposiciones, puedes construir una computadora que tendrá cuatro entradas y una salida y que responderá a esta pregunta: ¿Están presentes las entradas uno y dos? Si lo están, ¿está presente la entrada tres o la entrada cuatro? Después de examinar las entradas y encontrar las respuestas a estas dos



preguntas, la computadora decidirá: "Si la respuesta a ambas preguntas es 'sí', enciende la bombilla". La Fig. 3 muestra cómo cablearías esta computadora.

Para entonces, la computadora está haciendo un trabajo de decisión que realmente podría ser útil, y lo hace mucho más rápido de lo que tú podrías. Si no lo crees, constrúyelo e intenta superarlo.

Se pueden hacer arreglos de interruptores ligeramente más complicados para producir una salida solo cuando una entrada está presente y la otra no. Es posible, interconectando circuitos, cada uno de los cuales realiza una operación lógica, crear arreglos capaces de responder a todo tipo de preguntas difíciles. Los kits de computadora que contienen todas las piezas y los dibujos para hacer tales arreglos están disponibles en las tiendas de suministros de radio.

En lugar de interruptores mecánicos y bombillas de linterna, la computadora moderna utiliza dispositivos electrónicos mucho más rápidos para conmutar y registrar, como tubos de vacío, transistores y núcleos magnéticos. Pero la idea es la misma que la de la computadora que se acaba de describir.

Los elementos de una computadora moderna

La computadora electrónica moderna no es realmente un solo equipo, sino una serie de cinco partes o elementos estrechamente relacionados, cada uno de los cuales debe funcionar sin problemas con los otros cuatro para que el sistema sea útil. Estos cinco elementos son: entrada, almacenamiento, aritmética, control y salida.

Ya estás familiarizado con dos de estos elementos: la entrada y la salida. Si vieras una computadora real en acción, podrías observar el funcionamiento del equipo de entrada-salida, llevando información al sistema y respuestas al programador. En nuestra computadora simple, la entrada es suministrada por el movimiento de tu mano, que abre o cierra los dos interruptores. La salida es la bombilla de la linterna que se enciende para indicar "sí" y permanece apagada cuando la respuesta a la pregunta es "no".

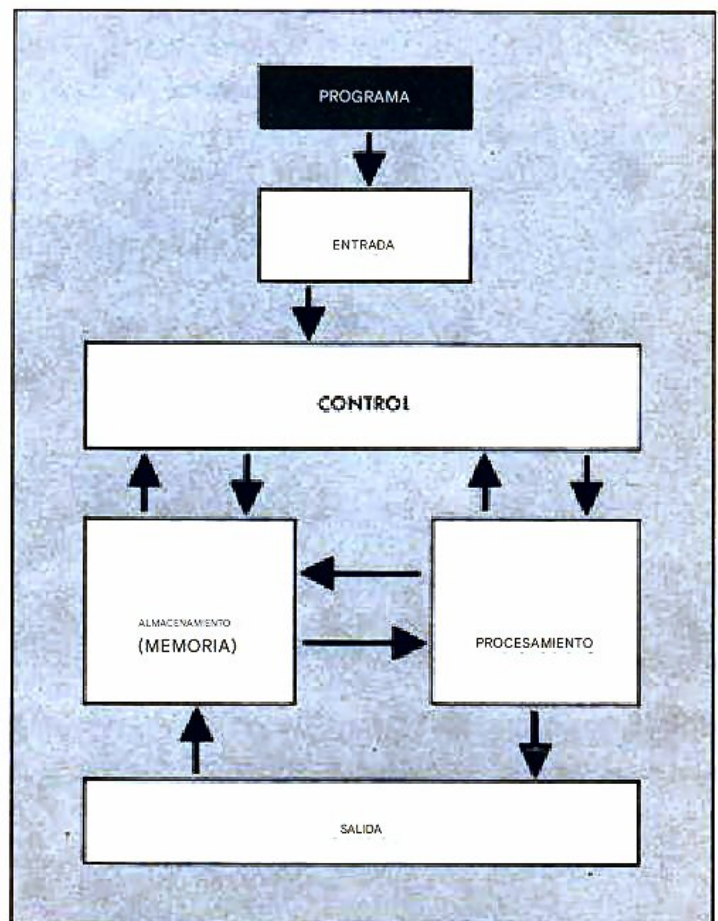
Los interruptores en sí mismos realizan una función extremadamente importante en el circuito informático.

¿Dónde está el elemento de almacenamiento?

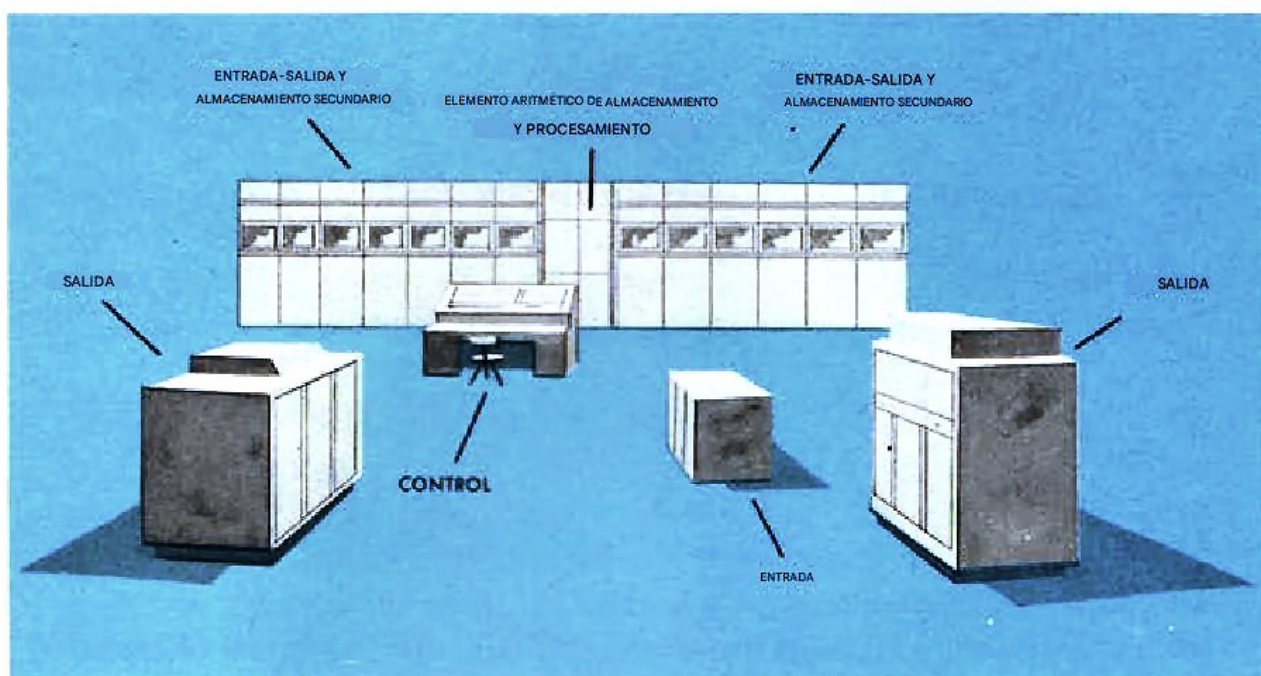
Almacenan la entrada, poniéndola a disposición del ordenador durante todo el proceso de cálculo. Almacenan la información sobre si están cerrados o no, ya que abierto significa "sin entrada" y cerrado significa "entrada". Puede que nunca vea la unidad de almacenamiento en un ordenador real, ya que está colocada en un armario metálico. Pero su función es exactamente la misma: almacena la entrada en una forma utilizable por el ordenador y la mantiene lista para su uso inmediato en cualquier momento durante su funcionamiento.

En los ordenadores modernos, el elemento de almacenamiento también sirve como "memoria" y la información puede almacenarse internamente en el sistema mediante dispositivos electromecánicos, magnéticos o electrónicos hasta que se necesite. La información almacenada está fácilmente disponible, se puede consultar una o varias veces y también se puede reemplazar

cuando se desee. Los datos memorizados por este elemento pueden ser información original, tablas de referencia o instrucciones.



Partes de una computadora digital y sus funciones



Disposición y ubicación reales de las diversas partes vitales de una computadora digital.

Cada ubicación de almacenamiento se identifica mediante un número de ubicación individual que se denomina dirección. Mediante estas direcciones numéricas, el programador puede localizar información e instrucciones según sea necesario durante el curso de un problema. En otras palabras, cuando el programador desea extraer información del elemento de almacenamiento, no especifica los datos en sí, sino solo su dirección. Sabe que la información que desea está almacenada en esa dirección porque él mismo la almacenó allí anteriormente.

En realidad, la unidad de memoria de la computadora se puede comparar con una biblioteca, que almacena libros, al igual que la memoria almacena datos. A cada libro de la biblioteca se le asigna un número de código, al igual que a cada bit de información en los elementos de memoria se le asigna un número. Estos números de libro permiten al bibliotecario encontrar rápidamente cualquier libro almacenado en la biblioteca sin leer los títulos de los libros, al igual que la dirección permite al programador localizar cualquier dato en la unidad de memoria.

La velocidad de procesamiento depende en gran medida del tiempo de acceso, el tiempo necesario para obtener un número del almacenamiento y ponerlo a disposición de otros elementos del sistema informático.

El elemento de la computadora que

¿Qué elemento realiza el cálculo?	El elemento que realiza el trabajo real del cálculo se llama
-----------------------------------	--

elemento aritmético. En nuestra computadora, este elemento está compuesto por los interruptores, los cables y la batería. En la mayoría de las computadoras útiles, el elemento aritmético puede sumar, restar, multiplicar, dividir y comparar números de manera similar a una calculadora de escritorio, pero a la velocidad del rayo. Los cálculos complejos siempre son combinaciones de estas operaciones básicas. El elemento aritmético también puede tomar decisiones lógicas o de razonamiento.

En la mayoría de las computadoras modernas, la unidad de almacenamiento está completamente separada del elemento aritmético, aunque conectada a él. Al enviar corrientes eléctricas de vuelta

Entre sí, estos elementos pueden comunicarse; el almacenamiento envía información al elemento aritmético para su procesamiento, y la unidad aritmética devuelve la información procesada al almacenamiento.

Las líneas de comunicación entre los elementos

de almacenamiento
¿Cómo funcionan
todos los
elementos juntos?
y aritméticos en nuestro
modelo de computadora
son fijas. Sin embargo, en

circuitos o redes más complicados, puede haber varias rutas alternativas entre los elementos de almacenamiento y aritméticos: una ruta podría conducir a una red cuya única función fuera sumar dos números; otra a una red que no hiciera más que comparar los tamaños de dos números, y así sucesivamente. Para decidir cuál de estas rutas debe utilizarse cada vez que se establece una conexión entre las unidades de almacenamiento y aritméticas, la computadora tiene un elemento de control

La unidad de control en la computadora se puede comparar con una torre de control de un patio de maniobras de ferrocarril. Hay muchas direcciones posibles en las que se puede dirigir la locomotora, pero el hombre en la torre de control acciona las palancas adecuadas para ponerla en la vía correcta para que llegue a su destino deseado. En la computadora, el elemento de control, bajo las instrucciones del programador, realiza las conexiones de conmutación necesarias en todo el sistema para que los datos puedan seguir su ruta adecuada para llegar al destino deseado. Debido a la velocidad requerida para enrutar la información, el mecanismo de conmutación en las computadoras modernas, llamado propiamente auto-

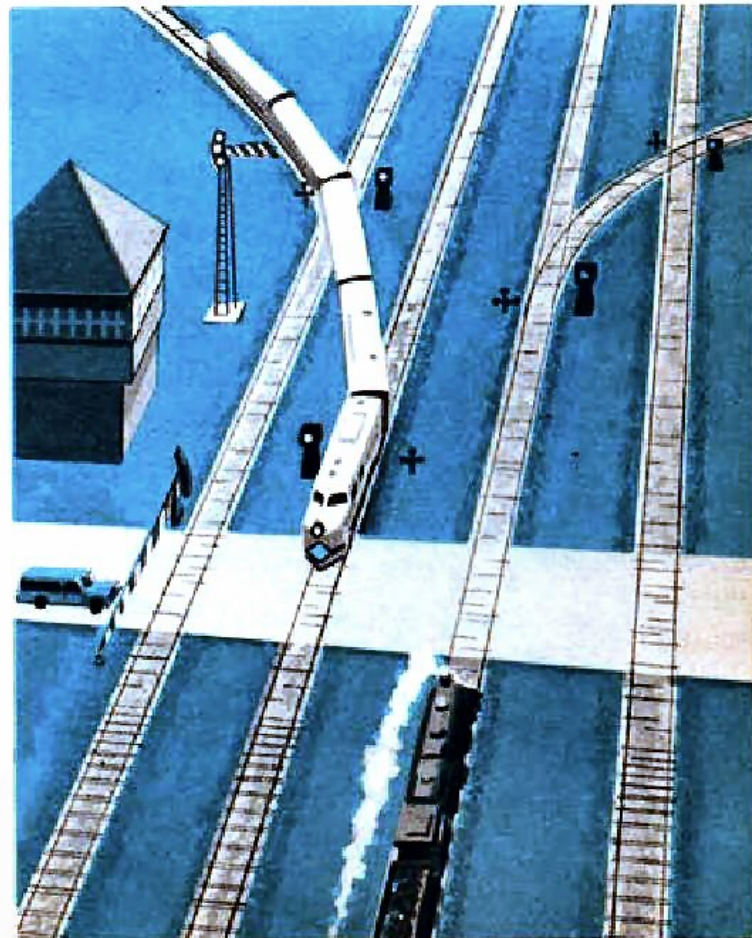
mático, es un dispositivo electrónico en lugar de mecánico como lo es en la torre de control ferroviaria.

Ahora que conoces el propósito de las distintas

partes de
una computadora,
comparemos
su funcionamiento
con los

pasos necesarios para resolver un problema con el método de papel y lápiz. La entrada correspondería a la información proporcionada en el problema. El elemento aritmético realiza la misma función que nuestros cálculos manuales. El almacenamiento puede compararse con los papeles de trabajo en los que anotamos las respuestas intermedias. El conocimiento de las reglas aritméticas controla nuestro manejo del problema y nuestras respuestas proporcionan una salida.

La unidad de control de una computadora es como una torre de control de ferrocarril



Un lenguaje para la computadora

La brecha entre el hombre y la máquina se cierra mediante un lenguaje comprensible para ambos. Este lenguaje hace posible el funcionamiento de la computadora. Afortunadamente para los diseñadores de computadoras, un lenguaje que combina la máxima simplicidad de escritura con una completa generalidad de expresión ya estaba disponible cuando se diseñó y construyó la primera computadora electrónica a gran escala. El lenguaje, conocido como sistema numérico binario, se utilizó originalmente para representar y manejar solo números. Pero durante el desarrollo de la computadora verdaderamente de propósito general, se ha ampliado para que ahora también maneje letras y símbolos.

El binario (bi significa dos) utiliza solo dos

¿Qué es el sistema numérico binario?

símbolos, 1 y 0, en lugar de los diez números decimales (0-9) y las

veintiséis letras que usamos normalmente.

La máquina encuentra este sistema simple. Tú también lo encontrarás.

Como puedes ver en la tabla de la página 23, los números decimales se comparan con los símbolos binarios correspondientes. Observe que desplazar un número decimal un lugar a la izquierda multiplica su valor por diez, mientras que desplazar un número binario una posición a la izquierda multiplica su valor por dos. Por lo tanto, el símbolo 1 en el sistema binario se puede usar para representar uno, dos, cuatro, ocho o dieciséis, dependiendo de su posición o lugar.

Usemos el sistema binario para hacer un conteo

¿Cómo se cuenta en el sistema binario?

real. Para representar "cero" en binario, se usa el símbolo 0. "Uno" se muestra

como 1, como en el sistema decimal. Para mostrar "dos", cuando ya se han usado ambos símbolos disponibles, usamos una combinación de los dos. Para

Por ejemplo, la combinación 10 puede representar "dos". "Tres" es 11. Para "cuatro", debemos usar tres dígitos: 100. "Cinco" se convierte en 101; "seis" en 110; "siete", en 111. Debemos agregar un cuarto dígito para "ocho", que es 1000. "Nueve" es 1001, y así sucesivamente.

Si bien el sistema binario se adapta a las computadoras, no es tan práctico para problemas numéricos ordinarios como el sistema decimal porque se requieren más dígitos para expresar números. Por ejemplo, el número "treinta y nueve" se puede indicar en el sistema decimal con solo dos dígitos: un 3 y un 9. Se necesitarían seis dígitos en el sistema binario: "treinta y nueve" se escribiría 100111. El número grande 10000000000 en el sistema binario representa "mil"

SISTEMA DECIMAL				
ESTE NÚMERO→	4	4	4	4
	MILLARES	CENTENAS	DECENAS	UNIDADES
	4x1000	4x100	4x10	4x1
SIGNIFICA→	4000+400+40+4=			
	4444			

SISTEMA BINARIO					EQUIVALENTE DECIMAL
2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰	
DIECISEIS OCHOS CUATRO DOS				UNIDADES	
2x2x2x2	2x2x2	2x2	2	1	
16	8	4	2	1	
				1	1
			1	0	2
			1	1	3
		1	0	0	4
		1	0	1	5
		1	1	0	6
		1	1	1	7
	1	0	0	0	8
	1	0	0	1	9
	1	0	1	0	10
	1	0	1	1	11
	1	1	0	0	12
	1	1	0	1	13
	1	1	1	0	14
	1	1	1	1	15
1	0	0	0	0	16
1	0	0	0	1	17
1	0	0	1	0	18
1	0	0	1	1	19
1	0	1	0	0	20

veinticuatro." El mismo número en el sistema decimal se expresa con cuatro dígitos (1024). Pero, con las computadoras modernas, no importa cuántos

dígitos se utilicen para indicar números debido a la velocidad vertiginosa a la que operan estas máquinas.

Las computadoras modernas también pueden almacenar muchos dígitos en sus unidades de memoria. Las primeras se consideraban maravillas si tenían una capacidad de almacenamiento interno de 1000 dígitos decimales. Las máquinas nuevas almacenan rutinariamente el equivalente a más de 320000 dígitos decimales, mientras que las computadoras más potentes tienen provisiones para el almacenamiento interno de más de un millón y medio de dígitos decimales, cada uno disponible a petición del programador en poco más de 2 millonésimas de segundo.

El programador podría ser capaz de

cambiar o traducir
todo el contenido de
un problema a
una notación

binaria a mano. Pero es muy probable que tuviera un dolor de cabeza al terminar.

Afortunadamente, las máquinas han sido diseñadas para aceptar números decimales y pueden cambiarlos al sistema binario.

Estas máquinas, que se ven y funcionan como máquinas de escribir comunes, también pueden traducir las letras de un alfabeto al sistema binario y hacen todo el trabajo automáticamente. Tan rápido como se puede escribir la información en el teclado, cuyas —teclas están marcadas con números arábigos y letras inglesas, la máquina la traduce — a un patrón de unos y ceros binarios en tarjetas o cinta, que se introduce en la computadora. Además de ser más rápido que el método "manual", es mucho más

preciso, ya que el traductor automático casi nunca comete un error.

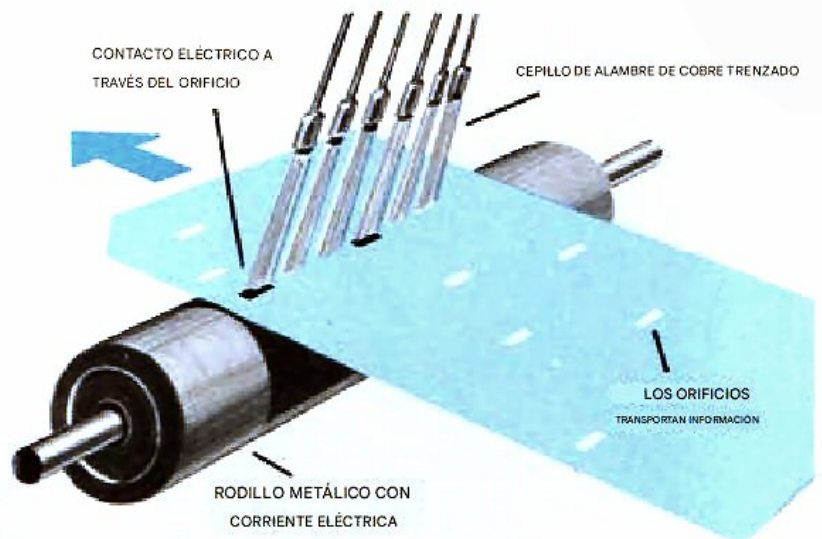
La respuesta de la salida de la computadora también se recibe en tarjetas o cinta y se alimenta a través de otro traductor que entregará la información deseada al programador en números decimales y letras inglesas. A veces se utiliza una unidad llamada impresora de alta velocidad. Esta detecta e imprime líneas completas de información a la vez, en lugar de caracteres individuales, trabajando a una velocidad de más de 1000 líneas por minuto.

El sistema binario puede hacerse para corresponder a la
 ¿Pueden las condiciones binarias de un sistema eléctrico dar otras respuestas?
 o circuito electrónico — encendido o apagado.

Usando el principio del interruptor, la condición "encendido" puede representar "1" y "apagado" puede representar "0". El número binario 100111, equivalente al número decimal 39, aparecería:

encendido apagado apagado encendido encendido encendido

Debido a que se utilizan circuitos electrónicos, un



Las primeras máquinas perforadoras de tarjetas eran manuales. Se perforaban datos en cada tarjeta según un patrón definido. Un código preestablecido asignaba un significado particular a cada posición del agujero en la tarjeta.



Los agujeros perforados en la tarjeta representan la información con la que tiene que trabajar la computadora. El rodillo metálico transporta la corriente eléctrica. El circuito eléctrico se cierra mediante las escobillas de alambre de cobre cuando el agujero perforado está entre la escobilla y el rodillo.

Hoy en día, la perforadora de tarjetas combina eficiencia y velocidad con simplicidad y facilidad de uso. Un teclado móvil similar a una máquina de escribir permite al operador perforar datos numéricos y alfabéticos de forma suave y rápida.



Todos los sistemas "ya" fue la orden dada por las computadoras para el lanzamiento de los astronautas.

Una vasta cadena de dígitos binarios se puede expresar y tabular a velocidades muy, muy altas.

Los números binarios también pueden representar condiciones lógicas como "sí" (binario 1) o "no" (binario 0), "correcto" (binario 1) o "incorrecto" (binario 0). Por lo tanto, la computadora moderna, al usar el binario, puede tomar decisiones simples sobre preguntas complejas. Por ejemplo, en el vuelo orbital tripulado del coronel Glenn, fue una computadora la que dio la señal de "ya" de que todo estaba bien a bordo durante el lanzamiento de la cápsula espacial.

Para que la computadora llegara a esta **importante decisión lógica**, el programador introdujo en la máquina de antemano información como la velocidad y dirección adecuadas del cohete, las características de vuelo deseadas, la frecuencia respiratoria y cardíaca adecuadas de Glenn, además de más de 40,000 bits de datos vitales. Esta información se almacenaba en la memoria

elemento. Luego, cuando tuvo lugar el lanzamiento **real**, toda la información del cohete y sobre la condición del astronauta se introdujo en la computadora y se comparó con los datos ya almacenados allí. En menos de 30 segundos, la computadora tuvo que hacer su recomendación. Ningún hombre o grupo de hombres podría tomar esta importante decisión tan rápido; pero la computadora dio su respuesta simplemente haciendo que se encendiera una bombilla en su panel frontal, indicando: "Sí, se cumplen todas las condiciones para un lanzamiento seguro de la cápsula espacial".

¿Pueden las máquinas superar en inteligencia a los hombres

¿Puede un cerebro electrónico "pensar"?

que las construyen?

¿Es posible

que una computadora

presente una nueva idea? ¿Corremos el peligro de ser invadidos por cerebros electrónicos cuyas acciones podrían no ser como deseamos?

Si construyes la computadora descrita anteriormente, verás que funciona solo

en la información que les das. Las computadoras no pueden "pensar". No hacen más de lo que les dices. Si le das a la tuya información incorrecta, te dará respuestas incorrectas. Además, debes decirle exactamente qué hacer, paso a paso. Francamente, una computadora no tiene ni una pizca de imaginación.

Como has leído antes, un programador debe organizar y reformular el problema en

¿Cómo se le dan los problemas a una computadora?

términos que una computadora pueda entender. Una técnica utilizada por los programadores es preparar diagramas de flujo o de bloques. Estos diagramas organizan los pasos de un proceso en orden y muestran cómo se relacionan entre sí. Ayudan a la memoria y fuerzan el pensamiento preciso. Muestran a la computadora cómo resolver un problema

Por ejemplo, ¿cómo llegas a la escuela por la mañana? Un diagrama de flujo de este problema podría ser el que se muestra en la Fig. 1. Esto puede ser suficiente para ti, pero no es lo suficientemente detallado para una computadora. Tu mente hace conexiones fácilmente. Llena los vacíos de experiencias pasadas. Las computadoras necesitan un plan simple, paso a paso, con instrucciones completas, como se muestra aquí en la Fig. 2.

Los programadores también usan muchas técnicas matemáticas. Un método, la lógica simbólica, implica representar enunciados lógicamente mediante ecuaciones matemáticas. Este sistema permite cambiar enunciados lógicos de la misma manera que trabajas con ecuaciones algebraicas en tu clase de matemáticas. Se llama Álgebra Booleana en honor a su inventor, George Boole. Los informáticos también

Utilizan la teoría de la probabilidad y técnicas complicadas como la simulación de Monte Carlo, el álgebra matricial y la regresión múltiple. Estas complejas soluciones matemáticas son demasiado difíciles de explicar en este libro. De hecho, muchos matemáticos no las usaban antes de la introducción de las computadoras debido al tiempo que requería resolver problemas siguiendo estas técnicas.

Los programadores a veces desarrollan modelos matemáticos de situaciones o procesos reales. Aquí hay un ejemplo extremadamente simple:

COSTO DE MANZANAS EN PENICIPOS =

3d. X NÚMERO DE MANZANAS

Esta ecuación es un "modelo" de una situación de compra real. Predice el costo de cualquier número de manzanas. No es necesario comprar manzanas para obtener respuestas. Todos los aspectos de esta situación limitada se pueden explorar sin gastar un centavo.

En la práctica, la preparación de modelos matemáticos es un trabajo complejo, exigente y que requiere mucho tiempo. Requiere un conocimiento y una comprensión profundos del problema o proceso en estudio. Los programadores a menudo pasan semanas, incluso meses, observando y estudiando antes de comenzar el modelo matemático para el que se preparará un programa final.



Un diagrama de flujo de "¿Cómo llegas a la escuela por la mañana?", como se indicó anteriormente, sería suficiente para ti, pero no para la máquina. El diagrama de flujo de la página 27 sería más del agrado de la máquina





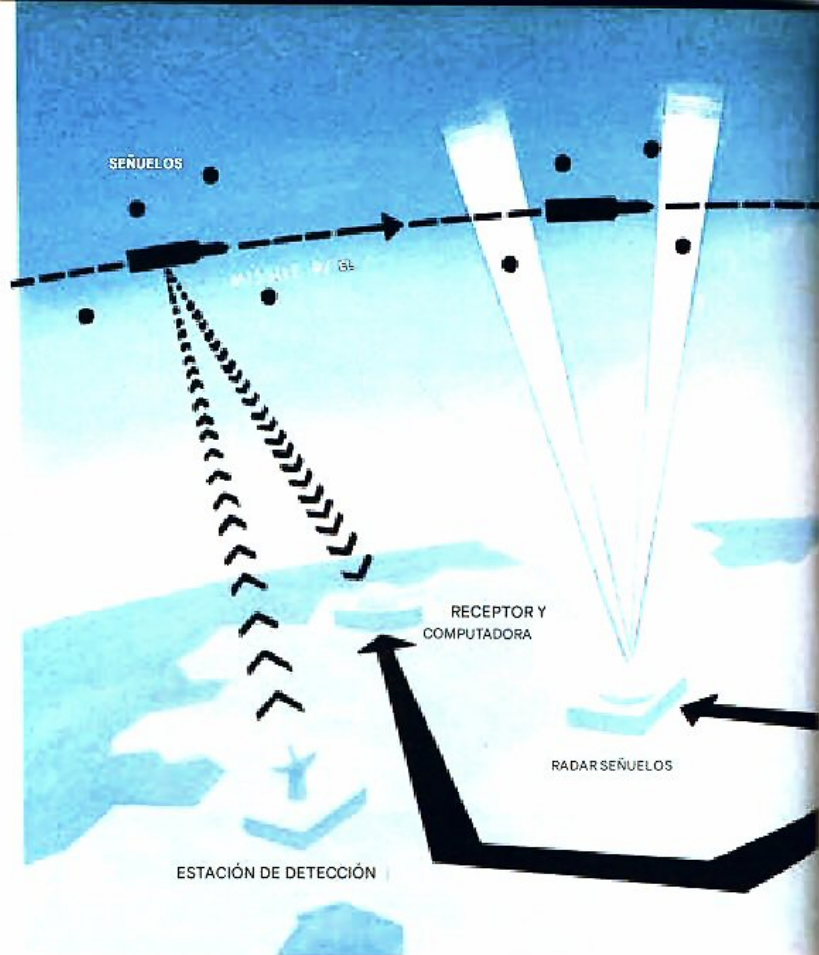
Nadie puede darte una buena respuesta a esta pregunta. ¿Cómo puedes convertirte en programador? La profesión es tan nueva y

está cambiando tan rápido que el enfoque más práctico es analizar qué debe ser un programador.

Primero, debe ser un experto en idiomas. Los idiomas que utiliza no son todos idiomas hablados como el inglés, el francés o el español. Algunos son idiomas universales, entendidos por científicos y técnicos de todo el mundo. Estos son las matemáticas y el lenguaje del razonamiento o la lógica. Tal vez no pienses en las matemáticas como un idioma, pero lo son. Es un medio utilizado por los hombres de ciencia para comunicarse entre sí.

Un programador debe conocer estos cuatro idiomas:

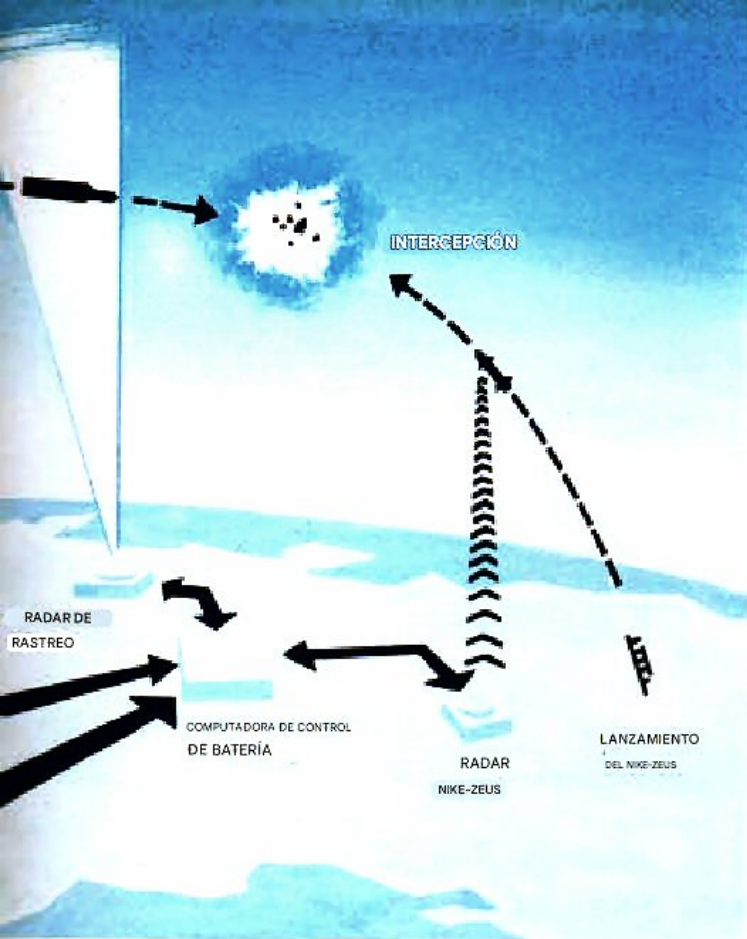
1. Su lengua materna.
2. El lenguaje del diagrama de flujo o de bloques.
3. El lenguaje de la lógica o la razón.
4. El lenguaje de la computadora específica con la que está trabajando. Esto incluye los códigos de letras, dígitos binarios o combinaciones de ellos.



Además, el programador debe ser capaz de estudiar, analizar y planificar problemas para poder reducirlos a las partes pequeñas y simples que una computadora puede manejar. Por lo tanto, una persona con un título universitario en economía o ingeniería, o con experiencia en matemáticas, puede ser el candidato más exitoso para una carrera en programación informática.

Poniendo la computadora a trabajar

Aunque las computadoras han estado en uso durante solo una década aproximadamente, ya han influido en la vida de millones de personas. Sería imposible enumerar todos los trabajos que le estamos entregando a esta maravillosa máquina. Los programadores le encuentran nuevas aplicaciones cada día. Si bien ya se le han dado muchos usos, aquí hay algunas formas más de mantener ocupados a los robots con cerebros electrónicos



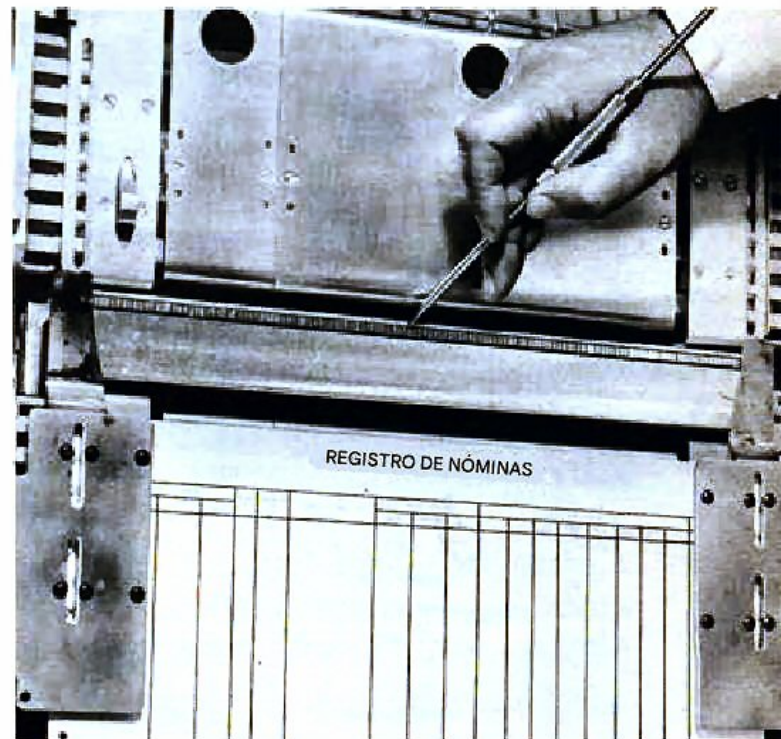
Las computadoras son el "elemento central" del Comando de Defensa Aérea de América del Norte.

cualquier ser humano podría trabajar con la velocidad y precisión requeridas por esta compleja operación.

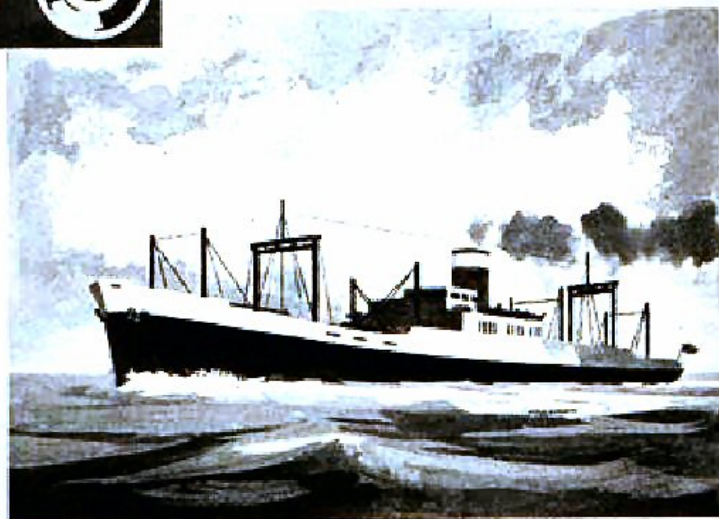
Las computadoras también son el "elemento central" del Comando de Defensa Aérea de América del Norte. Estas computadoras evalúan la gran cantidad de información representada por las trayectorias de vuelo de todos los aviones en el aire al mismo tiempo sobre Estados Unidos y Canadá. Trabajando en conjunto con el sistema de radar, mantienen informados a los servicios militares identificando inmediatamente todos los aviones y cohetes que están en vuelo. Esto, por supuesto, reduce las posibilidades de un ataque de aviones y cohetes hostiles.

Las computadoras son el "cerebro" del El misil de balístico ¿Cómo son valiosas las computadoras estadounidense, por para la defensa nacional?

ejemplo, debe estar exactamente en la posición correcta a la velocidad adecuada cuando su motor está apagado. Un error de 30 centímetros por segundo en la velocidad puede causar una falla de varios kilómetros en el punto de impacto. Cuando el misil abandona su plataforma de lanzamiento, envía señales de radio a la computadora en tierra, informándole sobre los cambios en el viento, la temperatura, el efecto de la gravedad y muchos otros datos importantes. La computadora calcula el efecto de estos factores variables e instantáneamente envía instrucciones para mantener el misil en su curso correcto. Cuando alcanza su velocidad correcta, la computadora apaga el motor y el misil se desliza a aproximadamente 22,500 kilómetros por hora hacia su objetivo. No



Computadoras para el registro de nóminas: Esta fila horizontal de 132 martillos temporizados electrónicamente golpea formularios de papel contra una cinta entintada y una cadena interminable de tipos de rápido movimiento en una impresora de salida de un sistema de procesamiento de datos. Imprime números y letras a una velocidad básica de 600 líneas por minuto y, si se opera para imprimir solo números, puede hacerlo a una velocidad de 1285 líneas por minuto



Las computadoras realizan

¿Cómo utilizan las computadoras las empresas y la industria?

numerosas tareas en el ámbito empresarial. Han liberado a los empleados de la monotonía del papeleo

rutinario de contabilidad, facturación, cálculo de impuestos, elaboración de cheques de pago, mantenimiento de inventarios, etc. Las editoriales utilizan computadoras para realizar un seguimiento de las suscripciones a revistas.

Las empresas y la industria también utilizan computadoras para ayudar en la toma de decisiones. Por ejemplo, una compañía petrolera que decide dónde construir estaciones de servicio puede introducir en una computadora todos los factores involucrados en la decisión, como el flujo de tráfico, el terreno y los costos de construcción. La máquina producirá una decisión o las decisiones alternativas más dignas de investigación.

Las computadoras realizan un seguimiento

¿Cómo se utilizan las computadoras para facilitar los viajes marítimos y aéreos?

de miles de barcos en los océanos Atlántico y Pacífico para que

varios servicios de rescate puedan apresurarse

Ayudar al instante si un barco está en

peligro. Las posiciones de los barcos se almacenan en las secciones de memoria de las máquinas, lo que permite a los servicios de rescate seleccionar los barcos más cercanos a una emergencia sin cambiar los rumbos de otros barcos innecesariamente.

Para ayudar con la planificación de los vuelos de las aerolíneas, una computadora prepara lo que podría llamarse un "plan maestro de vuelo" para cada vuelo. La información meteorológica, la información sobre el número de pasajeros, las cargas de combustible, los pesos de despegue y aterrizaje, y otros datos se introducen en la máquina. Luego, la computadora analiza todos los datos y calcula las rutas ideales, las altitudes, etc., en función de estas condiciones. De esta manera, los pilotos tienen un "plan maestro" a seguir en su planificación final del vuelo. Con esta información, el capitán y el despachador de la aerolínea determinan el "plan final".

También se están instalando computadoras en algunos de nuestros aviones a reacción gigantes. Con el uso de tales aviones, el margen de seguridad disponible para un piloto durante un despegue se ha reducido considerablemente. La cantidad



Las computadoras se encargan de numerosas tareas para facilitar la monotonía del trabajo de oficina, para ayudar a la seguridad de los viajes marítimos y aéreos, y para ayudar a la ciencia médica y otros campos.



de potencia y los mayores requisitos de velocidad del despegue han reducido en gran medida el tiempo disponible para que el piloto estudie su progreso en el despegue y tome sus decisiones. Por lo tanto, la computadora a bordo, con su acción ultrarrápida, puede ser muy valiosa para el piloto durante esta operación crítica.

El papel de la computadora en el hospital

del futuro, por ejemplo, la

¿Cómo pueden las computadoras ser tan importantes? Para ayudar a nuestros médicos?

computadora puede

almacenar e interpretar el conocimiento médico recopilado en los últimos 50 años. La ciencia médica ha recopilado una enorme cantidad y complejidad de información publicada. La mayor parte de esta está condenada al almacenamiento en algún estante polvoriento de una biblioteca a menos que un método más rápido que la habilidad humana pueda ponerla a disposición para una referencia rápida. Al utilizar un cerebro electrónico centralizado para almacenar el conocimiento existente sobre los síntomas y el tratamiento de las enfermedades, un médico puede "alimentar" los síntomas a la computadora y esperar una respuesta que recomiende el tratamiento. Con respecto a



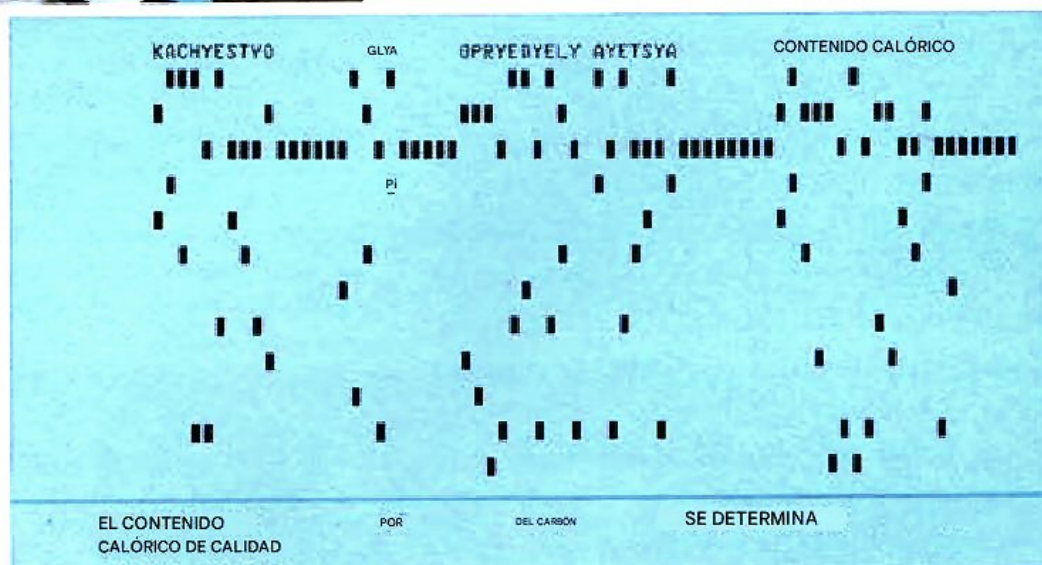
¿Lo creerías si lo vieras en una película de ciencia ficción? La unidad de transmisión de datos de arriba permite a las computadoras mantener "conversaciones" telegráficas o telefónicas bidireccionales directas. O, para decirlo de forma más específica: la computadora puede enviar información comercial o científica a cualquier distancia directamente desde su memoria magnética al almacenamiento de otra computadora. Aquí, el operador llama a la oficina al otro lado del país para establecer una conexión para la transmisión de datos



Cada año, se publican millones de informes sobre investigaciones científicas, un gran porcentaje de ellos en idiomas extranjeros. En esta masa de datos rusos, alemanes, holandeses e italianos se encuentran pistas sobre vuelos interplanetarios, potencia H,

Para hacer traducciones, cada palabra de un diccionario de inglés de tamaño considerable se lista en una cinta bajo un número de código o dirección. Los equivalentes en francés, alemán o ruso de cada palabra reciben el mismo número o dirección. Luego, para traducir del francés al inglés, por ejemplo, se introduce una cinta con los números de código franceses en la máquina, que compara los números e imprime la versión en inglés. Se necesita algo de edición humana para reorganizar las secuencias de palabras incómodas, pero

Los cerebros electrónicos han hecho otra mella en la "barrera del idioma". Aquí (a la izquierda) se perforan oraciones en ruso en tarjetas que se introducirán en una máquina de procesamiento electrónico de datos para su traducción al inglés. La tarjeta (abajo) se perfora con una oración de muestra en ruso (tal como se interpreta en la parte superior de la tarjeta) en código estándar de tarjeta perforada. Luego, la computadora la acepta, la convierte a su propio lenguaje binario y la traduce mediante programas de diccionario almacenados al equivalente en inglés, que luego se imprime.



Arriba, una muestra de tarjeta perforada y, debajo, una tira con traducción



La coincidencia realizada por una computadora en un programa de televisión no fue uno de los grandes éxitos de los "robots".

Una computadora puede hacer más de mil traducciones en un día.

Las computadoras están ayudando a romper las barreras del idioma de otras maneras. Las computadoras, por ejemplo, están traduciendo rápidamente textos del inglés al braille para acelerar la producción de material de lectura para ciegos. Recientemente, una computadora produjo una Concordancia Bíblica extremadamente precisa y completa, que "leyó" toda la Biblia, clasificó y cruzó palabras clave seleccionadas, e imprimió los resultados automáticamente: un libro completo escrito por el sistema informático.

computadora, por supuesto, da respuestas

¿Falla alguna vez un cerebro electrónico? Una incorrectas si se le da información incorrecta.

Un experimento con la capacidad de toma de decisiones



El sistema de computadoras fue un fracaso. Un programa de televisión de concursos utilizó una computadora para seleccionar a la esposa ideal para un concursante. Para lograrlo, el programador introdujo en la máquina todos los datos conocidos para un matrimonio perfecto: gustos y disgustos, intereses en diversos pasatiempos, películas, música, comida, etc. Cuando la computadora comparó las calificaciones de muchas mujeres con las del concursante masculino, recomendó a una como ideal. Pero, cuando los dos se conocieron, decidieron que no eran compatibles y que no debían casarse. ¿De quién fue la culpa? ¿Del programador de la máquina? Quizás solo demuestra que ni siquiera una computadora puede entender la mente de una mujer

La máquina de aprendizaje

Una historia de ciencia ficción de hace algunos años trataba sobre un robot que se rebeló contra sus amos humanos y se negó a trabajar. La razón, finalmente descubierta, fue que a la máquina no le gustaba que la apagaran cada noche; en efecto, la mataban como recompensa por su duro día de trabajo. Así que, después de eso, el enchufe eléctrico se dejó conectado todo el tiempo y tanto el robot como los hombres siguieron tarareando alegremente para siempre.

Como has leído, no existe ninguna máquina

que pueda "pensar". Pero
¿Puede un robot aprender? hay robots que son capaces de aprender. El aprendizaje,

tal como lo conocemos, es el proceso mediante el cual se adquiere conocimiento o una habilidad, un proceso que requiere atención y dirección de esfuerzos. A menudo es un método de prueba y error. Un profesor puede acelerar el proceso de aprendizaje dirigiendo el esfuerzo de aprendizaje y, por lo tanto, disminuyendo el número de ensayos. La máquina de aprendizaje coincide con muchas de las características que exhibe el proceso de aprendizaje humano. Por ejemplo, se sabe que el proceso de aprendizaje en el hombre requiere repetición para lograr el

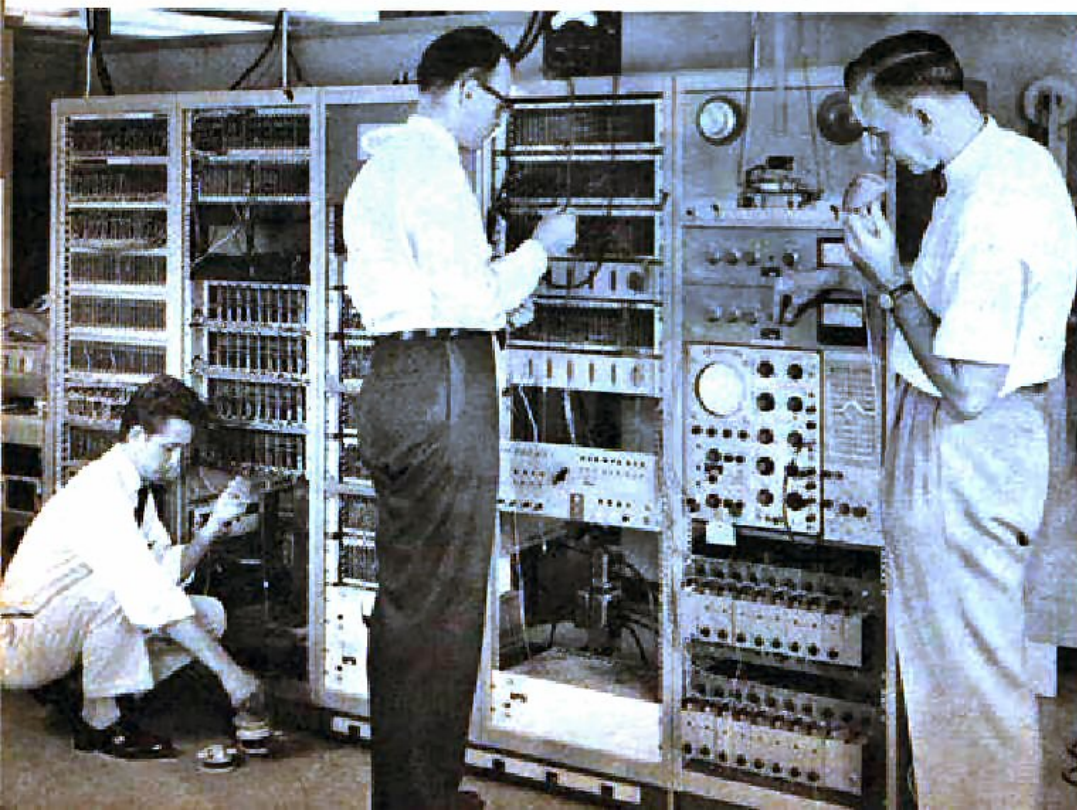
almacenamiento de nuevas ideas. ¿Recuerdas cuando aprendiste el alfabeto? Lo hiciste repitiendo A, B, C, D, E, F... una y otra vez hasta que aprendiste el alfabeto completo correctamente. Este procedimiento de repetición es necesario para que la máquina de aprendizaje también "aprenda".

El robot de aprendizaje no es una computadora

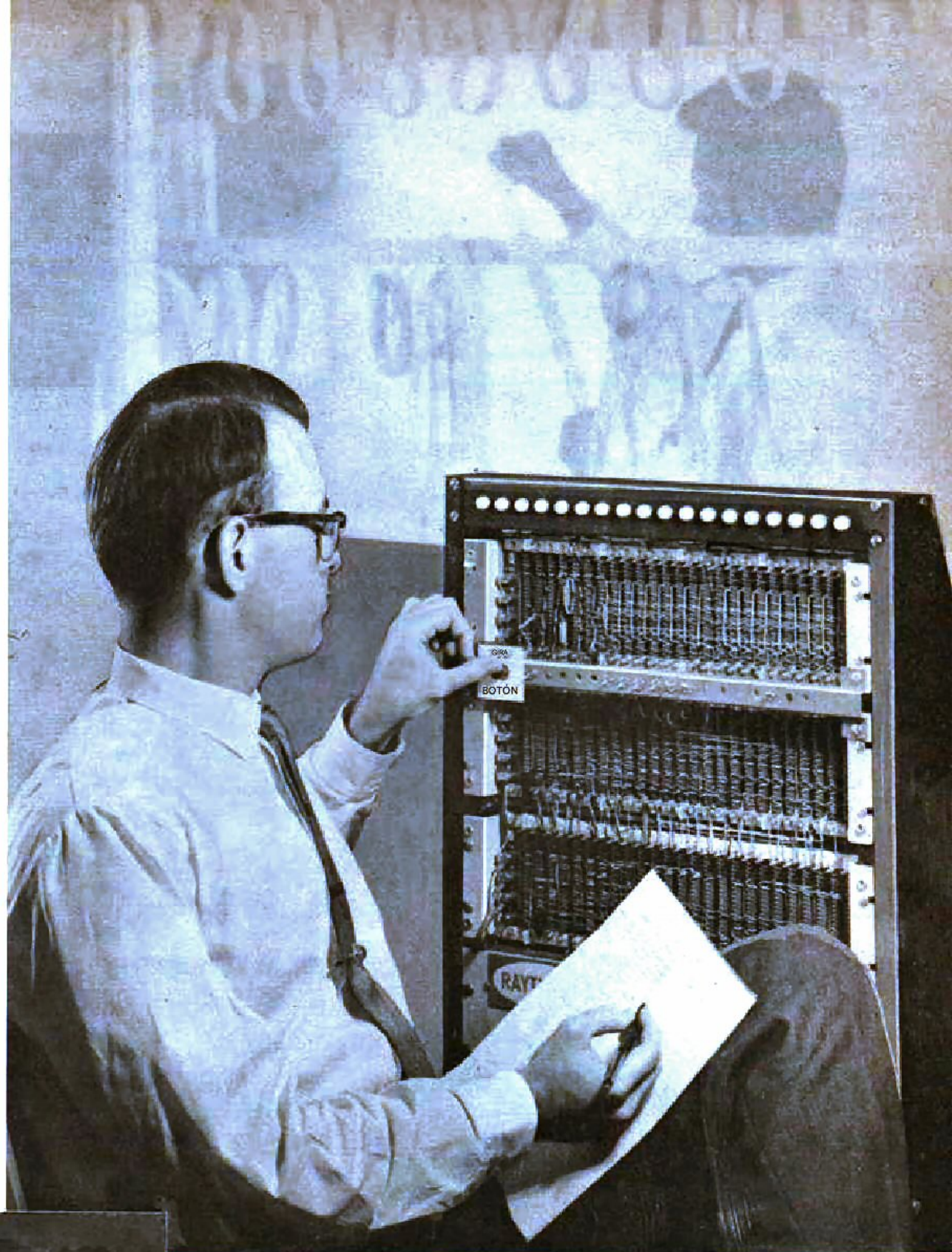
¿Cómo "aprende" la máquina de aprendizaje?

y no está diseñado para realizar cálculos rápidos ni para trabajar lógicamente a

partir de fórmulas paso a paso introducidas por los programadores. En cambio, aborda problemas para los que no se conoce ninguna fórmula. Desarrolla su propio método de



computadora "robot-secretaria" — La de la izquierda está diseñada para reconocer todos los sonidos del habla estadounidense y, cuando se le habla a través de un micrófono, escribe lo que ha "escuchado".



BOCINA

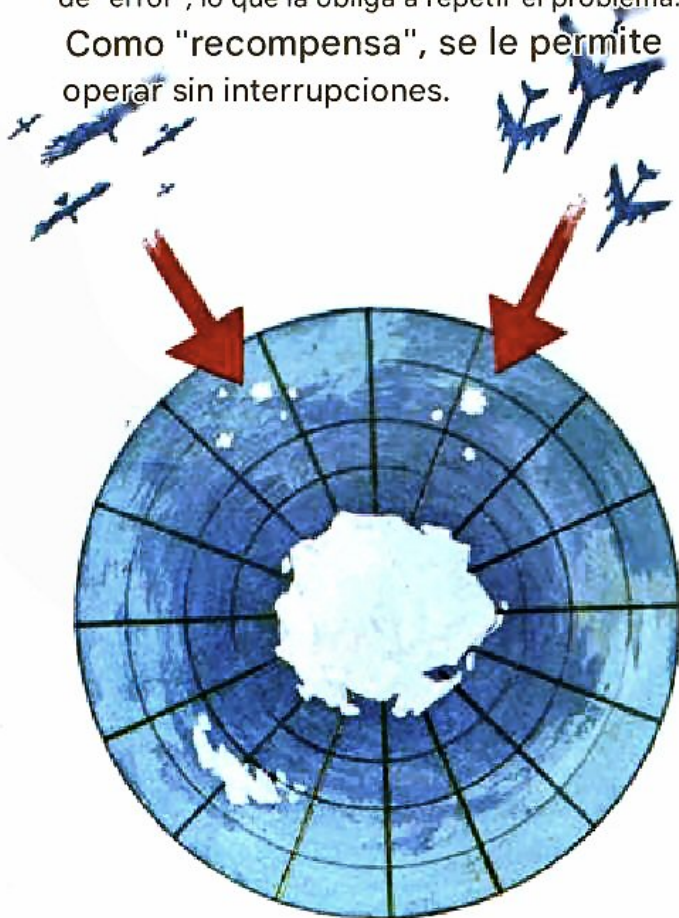


BOTÓN

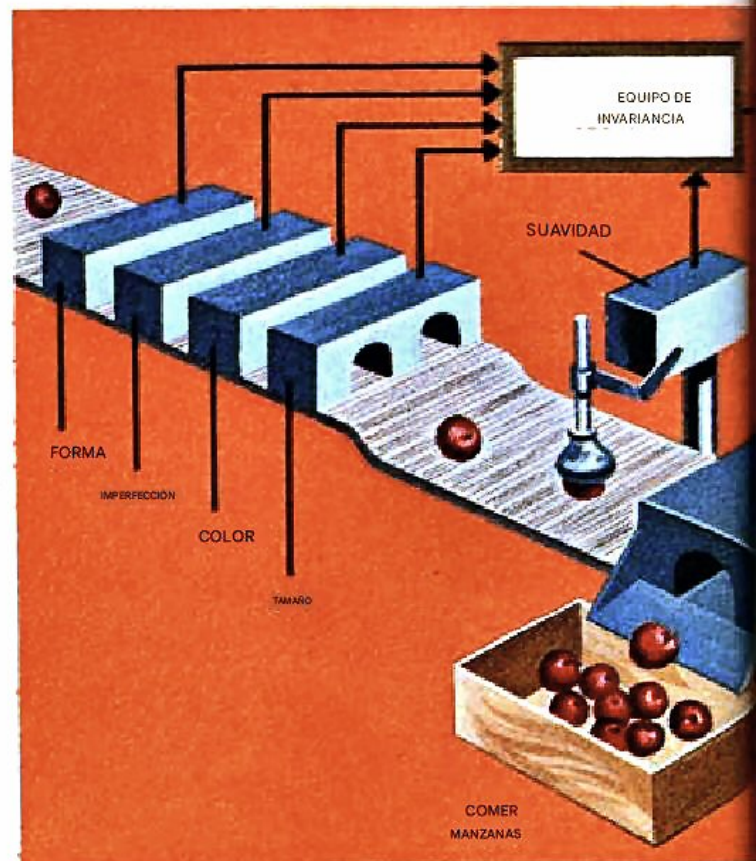
La máquina de aprendizaje de arriba, si no capta las nuevas lecciones, tiene su botón de "bocina" presionado como "castigo". Esto hace que la máquina reevalúe las decisiones y cambie la "memoria". Las cintas en el fondo contienen lecciones sobre varios temas, incluyendo el análisis bastante complicado del sonar y los cardiogramas.

ataque, proporciona la respuesta y puede explicar cómo llegó a ella.

La máquina de aprendizaje funciona por ensayo y error. Como un humano, relaciona nuevas situaciones con sus "experiencias" pasadas, volviéndose cada vez más inteligente en la resolución de problemas. También, como las personas, aprende a través del dolor y el placer. (Cuando eras más joven, aprendiste por experiencia a no tocar una estufa caliente por el "dolor" de una quemadura y aprendiste la recompensa de hacer algo correctamente por el "placer" de recibir dulces o ser elogiado). Cuando la máquina comete un error, su maestro humano presiona un botón de "error", lo que la obliga a repetir el problema. Como "recompensa", se le permite operar sin interrupciones.



Si bien es difícil para un operador humano distinguir entre los blips causados por un avión y los causados por las aves, la máquina de aprendizaje, una vez enseñada, funcionará perfectamente.



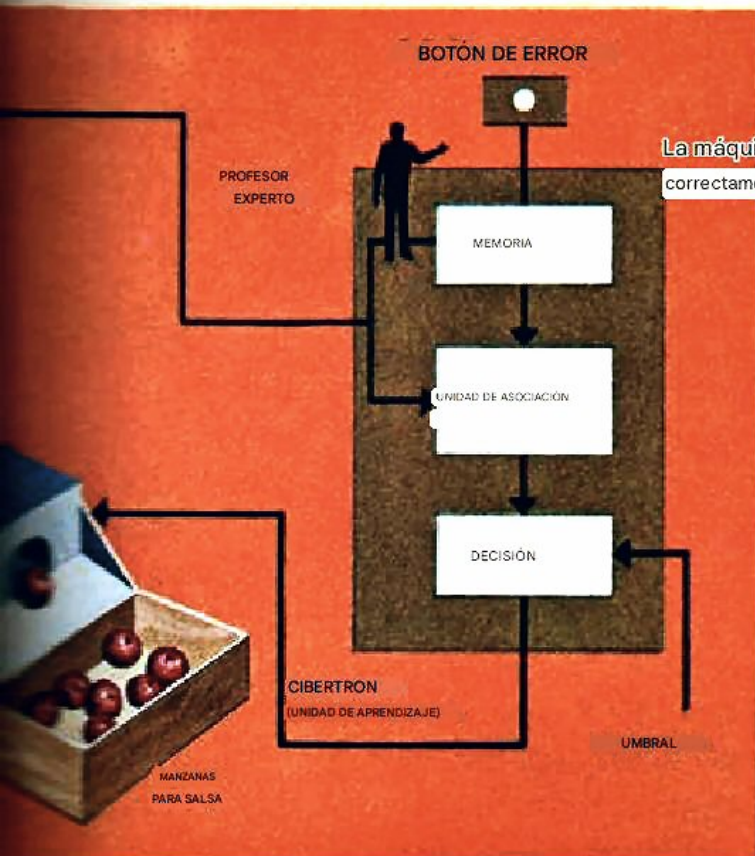
La máquina de aprendizaje ha demostrado su

¿Cómo se utilizan las máquinas de aprendizaje?

valor en el análisis de cardiogramas (rastreos electrónicos de los latidos del

corazón) y ecos de radar. En este último ejemplo, un problema crítico es la necesidad de capacitar a los operadores de radar para que diferencien entre los ecos de objetivos verdaderos y los falsos. Por lo tanto, una estación de radar de defensa costera debe ser capaz de distinguir instantáneamente un avión o cohete enemigo de una bandada de gaviotas que regresan a casa. Normalmente, a un humano le toma meses adquirir la habilidad de distinguir qué significan los diferentes "blips" en la pantalla del radar. Pero a la máquina de aprendizaje se le puede enseñar el trabajo en muy poco tiempo y funcionará como un veterano.

Una aplicación muy simple para este robot sería enseñarle a clasificar manzanas. Primero, se le enseñaría a la máquina de la misma manera que al clasificador de manzanas principiante que se acaba de contratar. El dibujo de esta página muestra las partes del dispositivo.



La máquina clasificadora de manzanas, una vez entrenada correctamente, funcionará a la perfección.

ción. (La unidad de invariancia se utiliza, siempre que sea posible, para reducir la carga de manejo de datos de la máquina de aprendizaje). Las manzanas deben clasificarse en las que se comen y las que se preparan para la salsa de manzana. A medida que se escanea cada manzana, la máquina de aprendizaje actúa y la vierte en los contenedores de "comer" o "para la salsa".

Un experto clasificador de manzanas en este caso es un "maestro" hasta que el robot aprende bien sus lecciones. Cada vez que la máquina comete un error, presiona el botón "error" y la máquina tiene que cambiar ligeramente su "memoria" para tener en cuenta ese hecho y corregir su acción futura. Después de cada error, la máquina mejora un poco en la tarea de clasificar manzanas y, después de un corto tiempo, se vuelve casi perfecta. La máquina de aprendizaje también tiene muchos otros usos en las fábricas.

Las manzanas pasan por los escáneres (que funcionan de forma muy similar a las cámaras de televisión) en una cinta móvil donde la información sobre el enrojecimiento, la suavidad, el tamaño, etc., se transforma en señales eléctricas que se introducen en una unidad de invariancia cuyo trabajo es organizar estas señales e información.

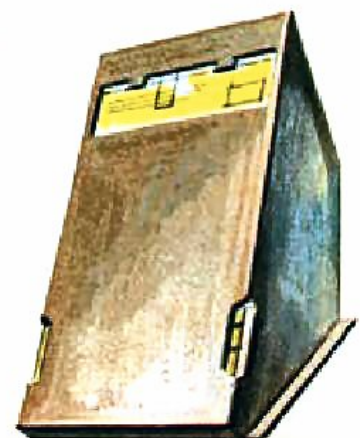
La máquina de enseñanza

Las máquinas juegan al ajedrez, componen música hermosa, resuelven problemas matemáticos difíciles y han demostrado que pueden aprender de la experiencia. También tenemos máquinas que enseñan.

Si tu escuela aún no tiene máquinas de enseñanza
¿Cómo es una máquina de enseñanza?
enseñanza puede que no
hayas visto una.

Estos robots tienen un aspecto bastante simple y son bastante inofensivos. En la mayoría de

LA MÁQUINA DE ENSEÑANZA
(TMI-MÍN/MÁX. DE GROlier)



En los casos más comunes, son solo cajas de metal o plástico con dos ventanas y algunas perillas o pulsadores aquí y allá.

Para operar la mayoría de las máquinas de enseñanza, presionas un botón y tu primera pregunta aparece en una de las ventanas. Luego, escribes tu respuesta en el papel expuesto por una pequeña ventana cerca de la parte superior de la máquina. Cuando presionas el botón de nuevo para obtener la respuesta correcta, un escudo cubre tu respuesta, lo que hace imposible cambiarla.

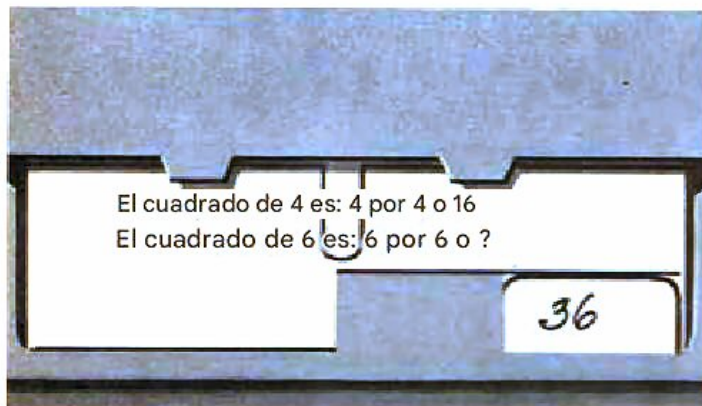
Ahora, presiona el botón de nuevo para obtener tu siguiente pregunta. A medida que aparece, tu respuesta a la pregunta anterior se desliza fuera de la vista, el escudo desaparece y

tienes un área de papel limpia para volver a escribir.

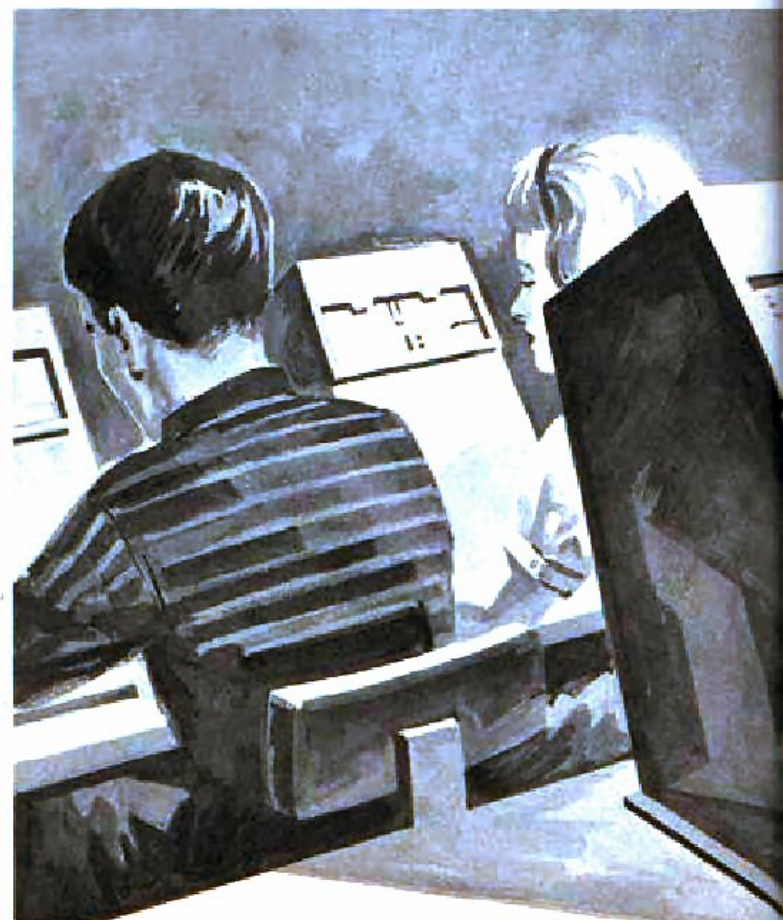
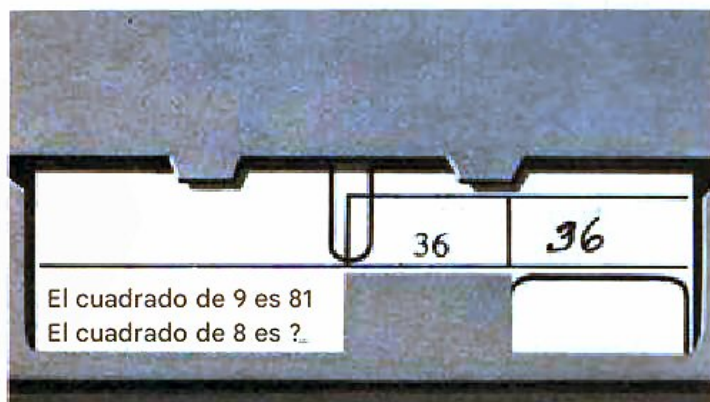
La máquina de enseñanza te enseña tus lecciones de la misma manera que le enseñamos

a una máquina a aprender. El programador (tu profesor) introduce un programa (tu lección) en la máquina (la entrada) y tú (como la computadora) procesas el material. Estudias la pregunta, recurres a tu elemento de memoria y obtienes la respuesta correcta; eso esperas. Esto, al igual que la computadora, es tu salida.

Al recibir la lección de forma bastante lenta y bien planificada, aprendes por ensayo y error, como una máquina. Si cometes un error, el profesor pulsa el botón de "error", pero, a diferencia de una máquina, tu castigo puede ser quedarte después de clases



Primer plano de la parte de la máquina de enseñanza que contiene la pregunta y en la esquina inferior derecha tu respuesta. En la ilustración de abajo, ves la siguiente pregunta y tu comprobación de la respuesta de la anterior.



Las máquinas de enseñanza no reemplazarán a los maestros. Pero el aprendizaje programado, como se llama a este tipo de enseñanza, ayudará al maestro a enseñar mejor. Estas máquinas también ayudarán a resolver

¿Pueden las máquinas reemplazar a los maestros?



Los robots toman el control

Los robots y las computadoras, como hemos visto, están asumiendo cada vez más trabajos que antes realizaba el hombre. Es cierto que los hombres todavía pueden hacer todo lo que estas máquinas pueden hacer. Pero se necesitan mil hombres trabajando toda una vida para calcular lo que el cerebro electrónico más moderno puede hacer en un día.

Ningún libro sobre robots y computadoras estaría completo sin mencionar la palabra automatización. En términos generales, este término se refiere a una combinación de máquinas y dispositivos electrónicos

¿Qué es la automatización?

la escasez de maestros al permitir clases más numerosas. Dado que los alumnos que usan estos dispositivos requieren poca supervisión del maestro, este tiene más tiempo para brindar ayuda especial o para realizar otras tareas en el aula.



que manejan ciertos servicios rápidos o la producción en masa de bienes. Debido a que las computadoras modernas se autorregulan, se pueden usar para controlar electrónicamente la producción en línea de ensamblaje. También se pueden usar para realizar otros trabajos de fábrica y operar maquinaria

tener automatización, debemos tener máquinas y procesos que se autorregulen.

¿Qué es? Para

Para ello, se necesita retroalimentación.

La retroalimentación proporciona un medio por el cual la información relativa al funcionamiento de una máquina se retroalimenta continuamente a la máquina y se compara con los resultados deseados.

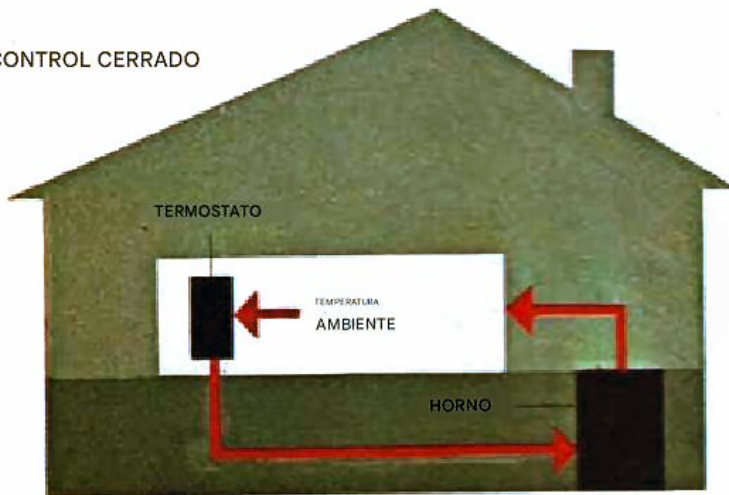
Un dispositivo de retroalimentación con el que todos estamos familiarizados es el termostato que se encuentra en los sistemas de calefacción domésticos. Supongamos que el termostato está ajustado a 22 grados. Cuando la temperatura de la habitación es inferior a 22 grados, el termostato envía esta información a la caldera. La caldera se enciende automáticamente



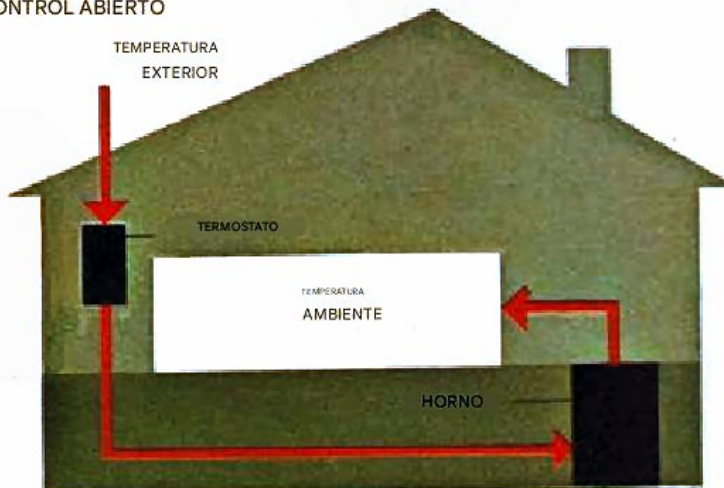
Un operador en el panel de control puede manejar la complicada operación de esta planta siderúrgica.

El funcionamiento del termostato es un ejemplo típico de control cerrado, o una operación con retroalimentación. Los tres componentes del termostato de temperatura — ambiente están conectados de tal manera que cualquier cambio en un componente provoca un cambio en el otro. Comprenderá fácilmente la importancia de esto si visualiza el mismo ejemplo sin retroalimentación, con control abierto: Podría tener un circuito donde la temperatura exterior provoque el arranque y el cierre de la caldera. En este caso, el termómetro exterior "informa" al termostato de la temperatura. El termostato, al igual que antes, encenderá la caldera cuando la temperatura exterior alcance un cierto punto y la apagará cuando la temperatura exterior haya alcanzado un cierto grado por encima del punto de inicio. Sin embargo, la temperatura ambiente real no se informará al termostato. Esto significa que si hace frío afuera durante algunas semanas, la caldera funcionará, incluso si está asando en la habitación.

CONTROL CERRADO

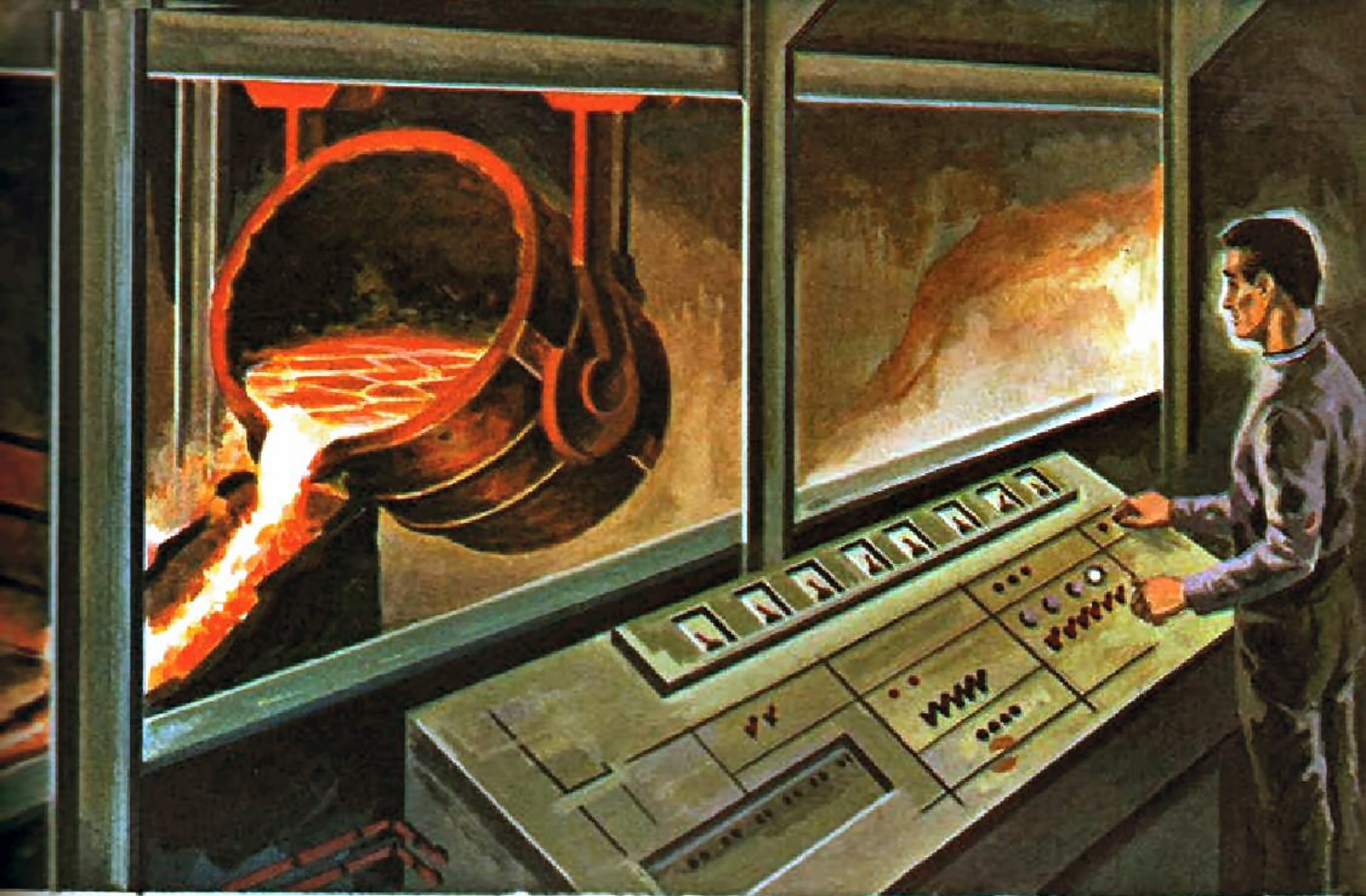


CONTROL ABIERTO



automática. Permanece encendido hasta que el termostato informa que la temperatura ambiente ha alcanzado los 22 grados. Esto apaga la caldera. Dado que este proceso continúa continuamente, se denomina control cerrado. Hoy en día, la computadora electrónica es el "cerebro" de la mayoría de las operaciones de automatización. Envía información a las máquinas que realizan el trabajo, al igual que el termostato envía los datos de temperatura a la caldera en nuestros sistemas de calefacción.

Si bien la automatización puede eliminar muchos trabajos no cualificados o semicualificados, proporcionará muchas nuevas oportunidades laborales. La era de la automatización necesitará trabajadores altamente capacitados que puedan mantener y reparar máquinas automáticas



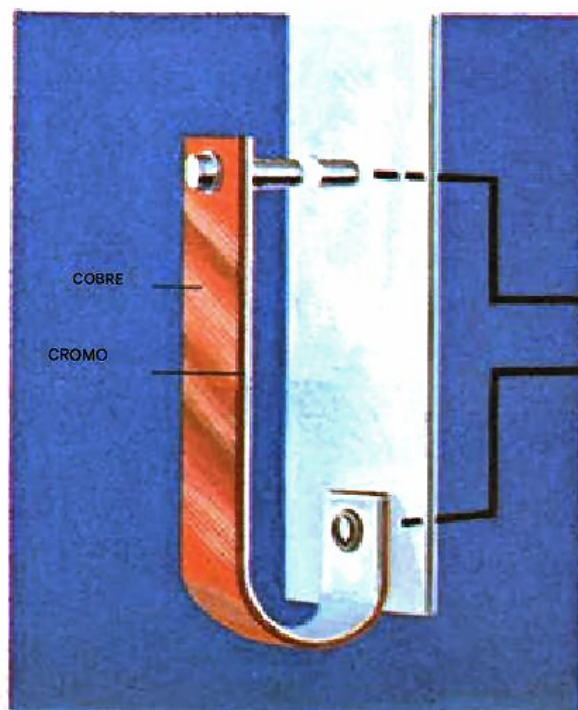
chinas. También creará nuevas profesiones como operadores de computadoras y programadores.

Los analistas de la industria predicen que se necesitarán 170,000 programadores de computadoras en los próximos 10 años.

La era de los robots y los cerebros electrónicos, al igual que la era de las máquinas que la precedió, debería traer consigo un mayor ocio y

Usamos la palabra "termostato" con mucha facilidad y hablamos de lo intrincado que es su funcionamiento, pero ¿sabes cómo funciona realmente? En primer lugar, es una especie de termómetro. Basándonos en el hecho de que los diferentes metales se expanden y contraen a diferentes temperaturas, la mayoría de los termostatos tienen, como muestra la ilustración, una tira metálica curvada que consiste en cobre en un lado y acero cromado en el otro. La tira se curva en una dirección cuando la temperatura sube y en la otra dirección cuando baja, debido a que el cobre y el acero reaccionan de manera diferente al cambio de temperatura. La curvatura en una dirección cerrará un circuito y activará un interruptor que encenderá la caldera. El movimiento en la otra dirección interrumpirá el circuito y activará el interruptor para detener la caldera.

niveles de vida más altos para todos. Esto significa que se necesitarán más personas como profesores, bibliotecarios, hoteleros, constructores de carreteras. ¿Cómo puedes prepararte para estos efectos de gran alcance? La respuesta no es nueva. La respuesta es permanecer en la escuela el mayor tiempo posible y aprender tanto como sea posible mientras estés allí





Automatización en acción

En nuestro mundo de velocidad y tecnología avanzada, la automatización ya no es solo la forma más moderna o económica de realizar un trabajo. En muchos casos, se está convirtiendo rápidamente en la única forma práctica de realizar trabajos.

Las manos mecánicas de las computadoras y los robots

Las manos son
esenciales para nuestro
¿Cómo se utiliza la
automatización en las comunicaciones?
sistema de

comunicación. En el pasado, era necesario realizar llamadas telefónicas con un operador que, a su vez, tenía que contactar a la persona a la que se llamaba. Esto a veces llevaba mucho tiempo. Pero ahora, con la ayuda de estas máquinas, un gran número de suscriptores telefónicos británicos pueden marcar números de larga distancia directamente. Las cintas de contabilidad de mensajes permiten registrar automáticamente la hora de una llamada, su duración, el número que llama y el número al que se llama.

Sin la automatización, nuestro sistema telefónico probablemente colapsaría. Incluso si Correos pudiera encontrar suficientes operadores, y probablemente no podrían, el costo de un teléfono sería tan alto que la mayoría de las familias no podrían permitirse uno.

Otras formas de comunicación, como la radio, utilizan dispositivos de automatización para acelerar sus servicios. Correos está aumentando la instalación de máquinas para gestionar los millones de cartas que se envían cada día.

Si viajaras mucho, especialmente en

¿Cómo se
utiliza la automatización
en el transporte?
avión, sabrías de
las desesperantes
confusiones y retrasos
que pueden

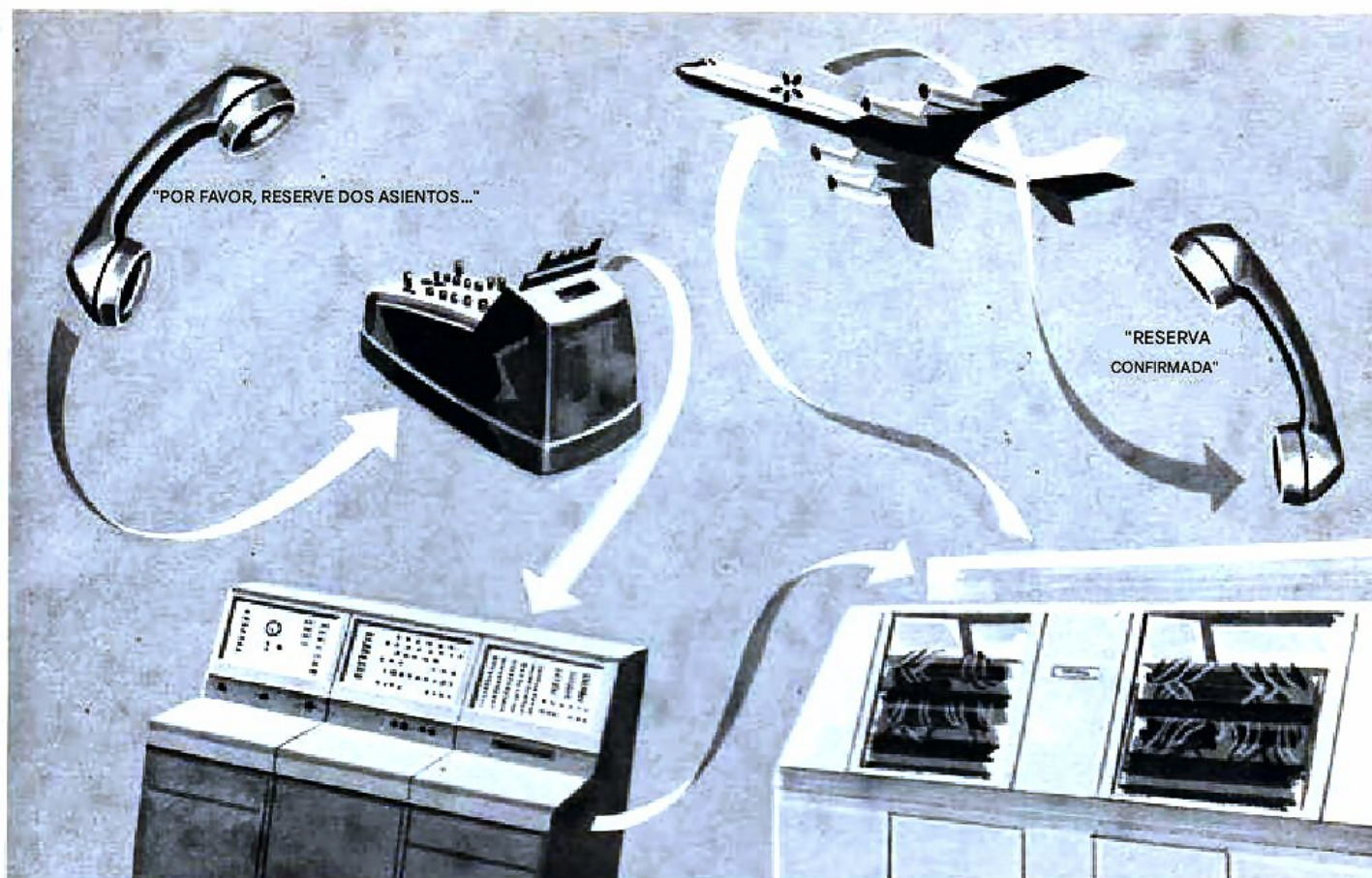
ocurrir al conseguir una reserva a bordo de un avión. Una vez que sabes cómo funciona el sistema, no es difícil ver cómo podría ocurrir esto.

Si entra en una oficina de venta de billetes de avión en cualquier lugar de Estados Unidos y desea un asiento en un avión de Nueva York a Londres que sale a las 6:30 p. m. del 19 de marzo, ¿cómo sabe un agente de billetes si hay un asiento disponible? El procedimiento manual para averiguarlo es bastante complicado. El agente tiene que llamar a una oficina central de reservas, donde se registran los asientos disponibles en una gran pizarra. Si hay un asiento disponible, realiza la venta e informa a la persona a cargo del control de inventario, quien luego cambia las cifras de la pizarra. Cualquiera que se haya quedado con la bolsa en la mano porque se vendieron 89 asientos en un avión de 88 plazas descubrió que este sistema no es del todo fiable.

Con más de 50 millones de personas al año utilizando rutas aéreas regulares, la automatización se está volviendo esencial para una gestión rápida de las reservas de aviones. La mayoría

El primer tren subterráneo sin conductor tuvo su prueba hace poco en la ciudad de Nueva York.





El reservorio magnetrónico de American Airlines permite al agente de reservas obtener inmediatamente todos los datos sobre las reservas de vuelos solicitadas e incluso una serie de posibilidades para sugerencias alternativas.

de las principales aerolíneas ya utilizan computadoras especiales para realizar el trabajo o planean instalarlas.

En pocas palabras, el sistema automático de reservas consiste en un dispositivo en forma de caja conectado a una unidad de memoria central que transmite y registra la información del vuelo. Al colocar una placa de metal en la caja y presionar un par de botones, el agente de billetes puede obtener información rápida y precisa sobre las reservas de asientos. La caja incluso está equipada con una lámpara que parpadea si el cerebro electrónico decide que el cerebro humano está procesando la pregunta incorrectamente.

Las líneas de autobuses y ferrocarriles también utilizan sistemas similares de reserva de billetes. Algunas líneas de ferrocarril y metro están reemplazando a los conductores humanos por conductores de locomotoras robotizadas.

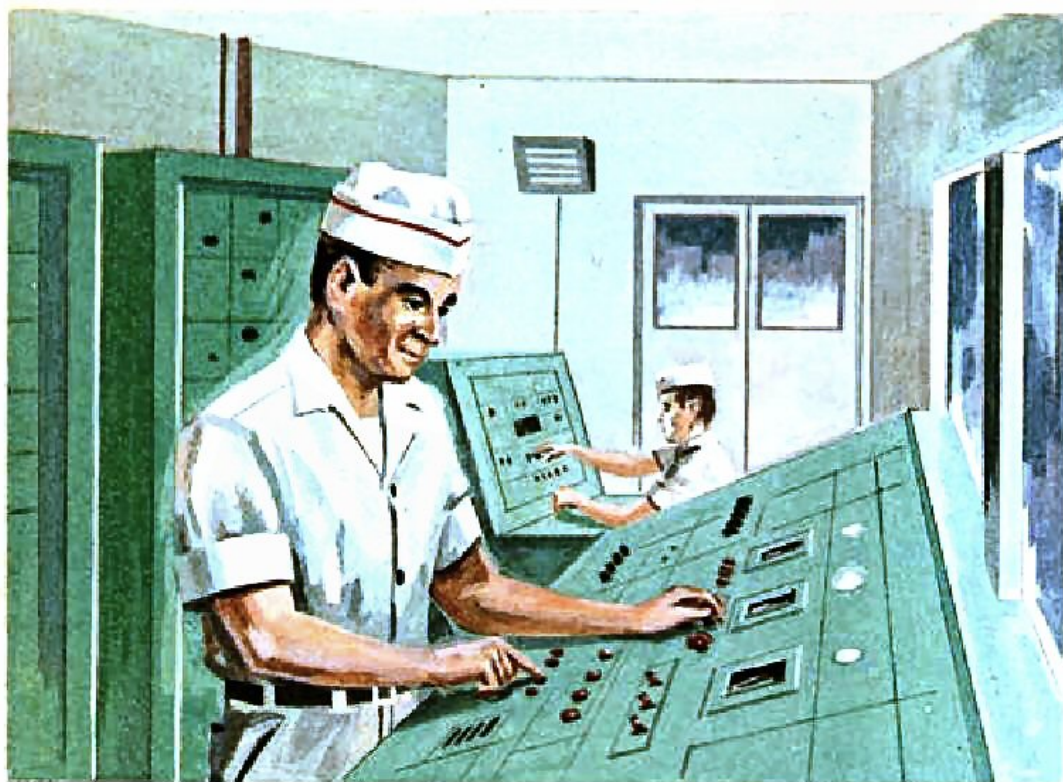
Los controles automáticos se han re-
colocó hombres

¿Cómo se utiliza la automatización
en la industria?

en diversas industrias
en las que una

interrupción en el flujo de producción arruinaría el producto. Las plantas petroleras y químicas ahora son completamente automáticas, desde las materias primas básicas hasta el embalaje final para su envío. Todavía se requiere un pequeño grupo de ingenieros para verificar el funcionamiento desde una sala de control central.

La necesidad de una producción más rápida y económica en la industria en masa moderna ha creado la mayor demanda de automatización. Incluso la producción de artículos complicados de alta precisión puede realizarse mediante máquinas automatizadas, en una operación fluida y continua. Algunas industrias, como las que utilizan energía atómica,



El equipo de control automático pertenece a una computadora analógica para el primer sistema totalmente automático del mundo para hacer mezcla de helado. Calcula las fórmulas del helado y convierte la información en tarjetas perforadas codificadas. Estas, a su vez, se traducen a través de un sistema de mezcla por lotes para dirigir el flujo de productos crudos desde el almacenamiento hasta los tanques de mezcla. ¿No sería una pena que el "robot" desarrollara un gusto por el helado y se lo comiera antes de que llegue a ti?



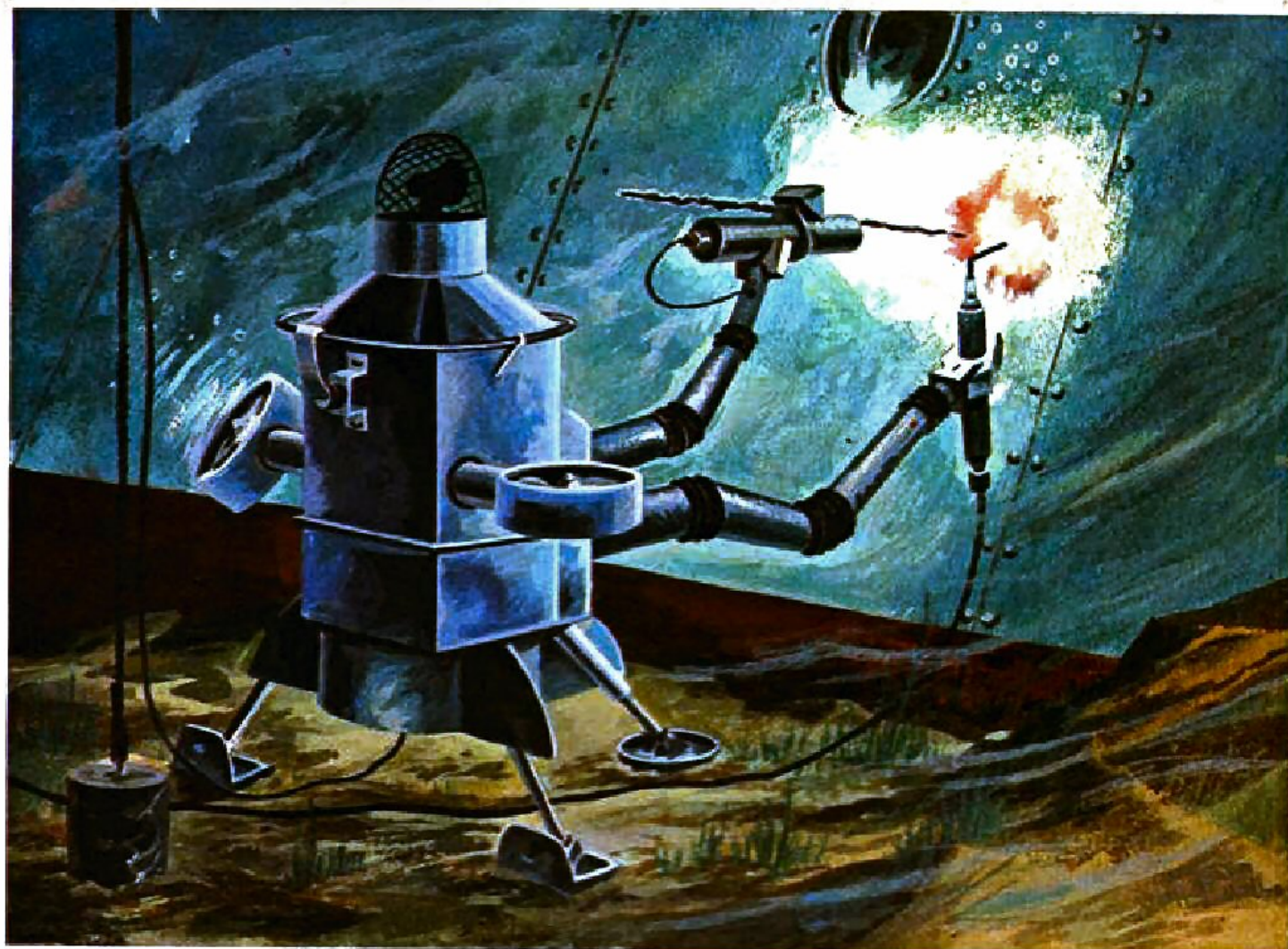
Cuando la gente escucha lo que el "Robot de Helados" puede hacer, puede que se imaginen algo como la ilustración de la derecha. En realidad, el robot se encarga de todas las operaciones, solo que no parece un hombre de hojalata, sino una máquina calculadora.



deben usar maquinaria automática porque los humanos no pueden trabajar demasiado cerca de los reactores nucleares debido a las peligrosas radiaciones que acompañan a la división de los átomos.

Muchos dispositivos robóticos automáticos son ahora tan comunes en nuestra vida cotidiana que pocas personas se dan cuenta de

ellos. Los edificios públicos tienen ascensores de autoservicio; algunos de ellos incluso utilizan mensajes grabados para dar instrucciones a los pasajeros que retrasan su avance. La calefacción central, regulada automáticamente por el termostato, es otro ejemplo



El MOBOT submarino puede funcionar mucho mejor que los seres humanos a grandes profundidades submarinas.

Durante la última década ha habido

¿Pueden los robots
realizar tareas que el hombre
no puede hacer?

**un mayor interés en el
mar como un área
importante para la expansión
militar y como fuente de**

**alimentos y materias primas. Por lo tanto, se está
generando una creciente necesidad de
realizar operaciones submarinas
complejas. Algunas operaciones típicas que
pueden realizar las unidades robóticas
seleccionadas adecuadamente son:**

**Instalación y ajuste de dispositivos
de detección subacuática.**

**Operación, inspección y mantenimiento
de equipos sumergidos.**

**Exploración y muestreo del entorno
oceánico.**

**Ubicación y recuperación de objetos perdidos
en los océanos.**

**Operaciones subacuáticas asociadas con la
terminación de pozos petrolíferos.**

Operaciones de minería submarina.

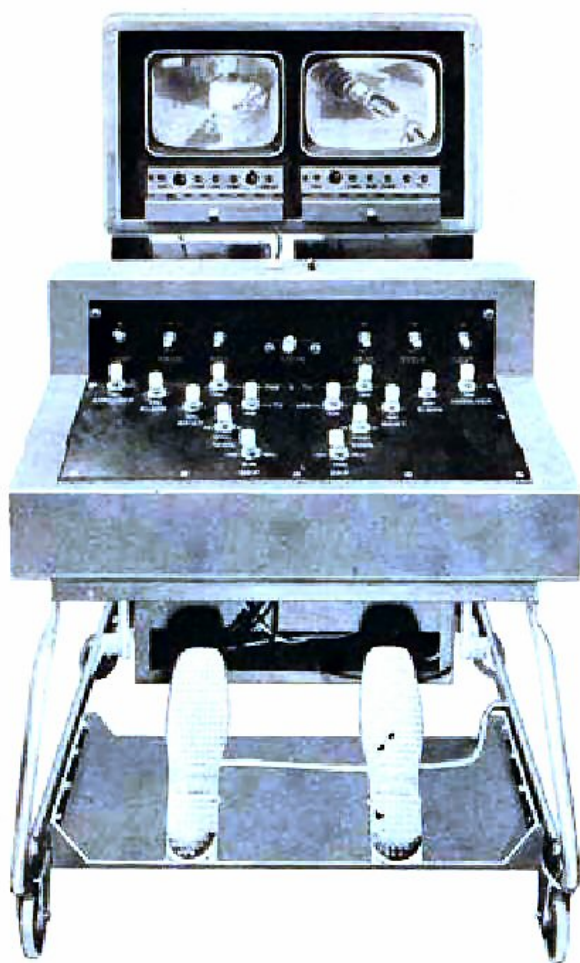
**Operaciones de construcción submarina.
Fijación de líneas, horquillas, eslingas,
etc., a objetos submarinos.**

**Exploraciones geológicas y científicas
submarinas.**

Agricultura submarina

Como se muestra en las

**ilustraciones aquí, Mobot puede adaptarse a
muchos de estos trabajos submarinos. Este
robot puede ver, oír, sentir, operar taladros,
sopletes, llaves inglesas y otras herramientas
especiales; se dirigirá a un destino
específico, informará a su operador, realizará
sus funciones, se ocupará de emergencias
y tomará decisiones alternativas —**



El panel de control de telemetría se utiliza para controlar el Mobot submarino de la página 45.

a las órdenes del operador a bordo de una embarcación de superficie.

Telemetría es el término que se le da al
 ¿Qué es una ubicación y transmitirla
 proceso de recopilar información en
 automáticamente a otro

lugar. Muchos dispositivos comunes que vemos a diario emplean la telemetría. Por ejemplo, el indicador de temperatura en el tablero de un automóvil le indica al conductor, sentado en el asiento delantero, la temperatura en una ubicación diferente dentro del motor del automóvil. Cuando se utilizan robots mecánicos con fines telemétricos, además de recopilar datos, también pueden realizar trabajo real. Ahora los empleamos tanto para tareas submarinas como espaciales.

Cualquiera se atrevería a intentar
 explicar hoy

¿Hasta dónde
 podemos llegar?

lo que los robots y los cerebros
 electrónicos podrían

lograr algún día. Sin embargo, casi no cabe duda de que las máquinas hacen cada vez más cosas mejor que las personas. Hace tiempo que nos hemos acostumbrado a ese hecho, especialmente cuando se trata de máquinas que proporcionan músculo físico; un hombre con una pala no es rival para una excavadora en una competición de movimiento de tierras. También estamos empezando a darnos cuenta de que el hombre puede ser igualmente superado por máquinas que suministran energía que normalmente se considera exclusiva del cerebro humano; una computadora electrónica puede resolver un problema en una o dos horas que a un matemático le llevaría años resolver con papel y lápiz.

Pero debemos recordar que una máquina solo puede hacer lo que está específicamente programada para hacer. En el mejor de los casos, nunca puede hacer más que eso; puede que haga menos si se funde un fusible o se queda sin gasolina. Cuando se trata de juicio, sentido común o como quiera llamarlo, la máquina está fuera de juego.

No es casualidad que las personas puedan hacer cosas que las máquinas no pueden hacer, y viceversa. Es, por supuesto, la razón por la que el hombre creó las máquinas en primer lugar. Aprovechó el poder para extender su fuerza e ideó controles automáticos para librarse de tareas indeseables y repetitivas.

A medida que el progreso tecnológico continúe en el futuro, es de suponer que las máquinas continuarán haciendo cada vez más de nuestras tareas, pero solo como herramientas de los seres humanos que las utilizan. Las ma-

Las máquinas proporcionarán fuerza y músculo cerebral; las personas proporcionarán la inteligencia, la previsión, el tacto, el impulso y otras cualidades humanas necesarias para dirigir un negocio.

Historias de ciencia ficción y terror

A pesar de los cómics, las máquinas no van a dominar el mundo. En el mundo de los negocios, las máquinas sin personas son tan inútiles e indefensas como un martillo o un destornillador cuando no hay una mano que los guíe.

Charla informática

TIEMPO DE ACCESO. El tiempo que le toma a su computadora encontrar un dato en su almacenamiento de memoria... también el tiempo para encontrar el lugar para almacenarlo en primer lugar.

DIRECCIÓN (sustantivo). Una designación: números, letras o ambos, que indica dónde se puede encontrar una pieza específica de información en el almacenamiento de memoria.

DIRECCIÓN (verbo). Llamar a una pieza específica de información de la memoria o colocarla allí

COMPUTADORA ANALÓGICA. Una computadora (o dispositivo de cálculo) que funciona traduciendo números en cantidades mensurables como voltajes, resistencias, rotaciones o viceversa.

SECCIÓN ARITMÉTICA. Esta es la parte de la unidad de procesamiento que realiza la suma, resta, multiplicación, división y toma las decisiones lógicas.

DÍGITOS BINARIOS. El tipo de números que las computadoras usan internamente. Solo hay dos dígitos binarios, 1 y 0, también conocidos como "encendido" y "apagado".

CANAL. Vías de tráfico unidireccionales para el flujo de información bit a bit, o palabra por palabra, ya sea hacia la computadora o hacia y desde el almacenamiento.

CODIFICACIÓN (sustantivo). Un sistema de símbolos y reglas que le dicen a la computadora cómo manejar la información... dónde obtenerla, qué hacer con ella, dónde colocarla, a dónde ir para el siguiente paso, etc. (Ver Programa).

LENGUAJE COMÚN. Una técnica que reduce toda la información a una forma inteligible para las unidades de un sistema de procesamiento de datos. Esto permite que las unidades de la computadora se "comuniquen" entre sí.

COMPARAR. Comparar información alfabética, numérica o simbólica con información aparentemente relacionada para determinar si es idéntica, mayor o menor, o si está en secuencia.

PALABRA DE ORDENADOR. Una serie de unos y ceros que se agrupan en unidades. Estas palabras son inteligibles para la computadora y representan caracteres alfabéticos, numéricos y especiales.

SECCIÓN DE CONTROL. Centro neurálgico del cerebro electrónico. Prescribe una cadena de instrucciones (un programa) para cada conjunto de datos que entra en el sistema. Puede solicitar datos almacenados cuando se necesitan durante el programa. Puede examinar los resultados de cualquier paso para seleccionar el siguiente o los siguientes. Cuando se ha procesado un conjunto de datos, la sección de control suele emitir órdenes para empezar de nuevo con el siguiente

REDUCCIÓN DE DATOS. La tarea de una computadora de reducir grandes masas de datos sin procesar a su forma más simple y organizarlos de una manera ordenada y útil.

COMPUTADORA DIGITAL. Una computadora (o dispositivo de cálculo) que funciona utilizando números para expresar todas las cantidades y variables de un problema. En la mayoría de las computadoras digitales, los números, a su vez, se expresan mediante impulsos eléctricos o electrónicos.

ENTRADA. Material informático en forma de conjuntos de datos nuevos.

DISPOSITIVO DE ENTRADA-SALIDA. Una unidad que acepta datos nuevos, los envía a la computadora para su procesamiento, recibe los resultados y los convierte a un formato utilizable, como cheques de nómina o facturas.

ALMACENAMIENTO DE ENTRADA. Primera parada para la información entrante. La recoge para que los conjuntos de información puedan entrar en el sistema sin esperar a que los anteriores salgan por el otro extremo. Permite comparar conjuntos consecutivos entre sí

ALMACENAMIENTO INTERMEDIO. Una especie de bloc de notas electrónico. A medida que la entrada se convierte en

salida, generalmente pasa por una serie de cambios. El almacenamiento de memoria intermedia contiene cada uno de los cambios sucesivos durante el tiempo que sea necesario.

UNIDAD DE CONSULTA. Un dispositivo utilizado para "hablar" con la computadora, generalmente para obtener respuestas rápidas a preguntas aleatorias como: "¿Cuántos martillos tenemos en stock?" o "¿Cuándo fue la última vez que pedimos jabón en polvo y en qué cantidad?"

INSTRUCCIÓN. Un paso codificado del programa que le dice a la computadora qué hacer para una sola operación en un programa.

ELECCIÓN LÓGICA. Tomar las decisiones correctas cuando hay alternativas o incluso una variedad de posibilidades abiertas... si debitar o abonar... si emitir o no un pedido de reemplazo.

ALMACENAMIENTO DE MEMORIA. El archivo de la computadora sistema. Contiene datos estándar o actuales, como tablas de tarifas, inventarios actuales, saldos, etc., y a veces instrucciones de programación. El almacenamiento de memoria puede ser interno, es decir, una parte de la propia computadora, como tambores, núcleos o película delgada. También puede ser externo, como cinta de papel, cinta magnética o tarjetas perforadas.

ALMACENAMIENTO DE NÚCLEO MAGNÉTICO. Un tipo de almacenamiento de computadora que emplea un núcleo de material magnético, enrollado con alambre. El núcleo se puede cargar para representar un 1 o un 0 binario. Proporciona un acceso muy rápido hacia y desde el almacenamiento del sistema.

ALMACENAMIENTO DE TAMBOR MAGNÉTICO. Un cilindro metálico con una superficie sensibilizada, que gira dentro de una funda con cabezales de lectura y escritura. Se conoce la dirección de cada bit de datos en el tambor, por lo que simplemente es cuestión de colocarlo en su "cubiculo" o sacarlo al pasar por debajo del cabezal correcto

ALMACENAMIENTO DE CINTA MAGNÉTICA. Carretes de cinta metálica o plástica con superficie sensibilizada. Muy similar a la cinta de papel, excepto que en lugar de perforar

un agujero, se carga un punto. Los datos se pueden leer, borrar, ingresar o reemplazar mediante cabezales de registro.

Los datos generalmente se ingresan en secuencia para que su computadora maneje los datos en orden lógico a una velocidad vertiginosa.

SALIDA. Resultados de la computadora, como respuestas a problemas matemáticos, cifras estadísticas, analíticas o contables, programas de producción, lo que desee.

DISPOSITIVO DE SALIDA. La unidad que traduce los resultados de la computadora a una forma utilizable o final. (Ver Dispositivo de entrada-salida)

IMPRESORA. Un dispositivo de salida para deletrear los resultados de la computadora como números, palabras o símbolos. **SECCIÓN DE PROCESAMIENTO.** La unidad que realiza la conversión real de entrada en salida... incluye la sección aritmética y el almacenamiento intermedio

PROGRAMA (sustantivo). Un conjunto de instrucciones o pasos que le indican al ordenador exactamente cómo manejar un problema completo, sea cual sea. La mayoría de los programas incluyen pasos alternativos o rutinas para solucionar las variaciones. Generalmente, los pasos del programa forman un ciclo completo. Cada conjunto entrante de datos (unidad de información) inicia todo el ciclo de principio a fin; la unidad siguiente lo inicia de nuevo, y así sucesivamente.

PROGRAMA (verbo). Planificar toda la operación desde la entrada hasta la salida y configurar la sección de control para que la gestione.

PROGRAMADOR. Persona que organiza el programa.

TIEMPO REAL. Un método de procesamiento de datos tan rápido que prácticamente no hay tiempo entre la consulta y el resultado.

REGISTRO. Un dispositivo en el que se coloca la información para su almacenamiento u otros fines.

PROGRAMA ALMACENADO. Un conjunto de instrucciones en la sección de memoria que puede ejecutar el ordenador o interrumpir para tomar el control del programa regular cuando surge la ocasión. A menudo se utiliza para rutinas alternativas

Nota del autor: Me gustaría agradecer a los diversos fabricantes, especialmente a Sperry Rand Corporation, Hughes Aircraft Company, Lockheed California Company, International Business Machine Corporation, Minneapolis-Honeywell Regulator Company, Humble Oil & Refining Company y Raytheon Company, quienes proporcionaron gran parte de la información técnica y las fotografías que han aparecido en este libro.

Los robots de la portada son autómatas construidos por General Electric para la Feria Mundial de Nueva York de 1939. Operados electrónicamente, Electro podía decir 77 palabras y Sparko podía ladrar

¡NUEVO! Una carpeta de coleccionista para guardar

tus libros de CÓMO Y POR QUÉ

Esta nueva carpeta de coleccionista de Cómo y Por qué tiene capacidad para doce títulos: ¡una forma maravillosa de crear tu propia biblioteca de referencia!
Está disponible a través de las editoriales de los libros de Cómo y Por qué por solo 16 chelines.
Las existencias son limitadas, así que pide la tuya ahora.



Transworld Publishers Limited, Departamento de Ventas en Efectivo, Apartado Postal 11,
Falmouth, Cornualles. Más 2 chelines de gastos de envío



CÓMO Y POR QUÉ: LIBROS MARAVILLOSOS

Producidos y aprobados por autoridades reconocidas, estos libros responden a las preguntas más frecuentes sobre ciencia, naturaleza e historia. Se presentan en un estilo claro y legible, y contienen muchas ilustraciones coloridas e instructivas. Los lectores querrán explorar cada uno de estos fascinantes temas y coleccionar estos volúmenes como una auténtica biblioteca básica de referencia rápida.

6501 DINOSAURIOS

6502 CLIMA

6503 ESTRELLAS

6504 EL CUERPO HUMANO

6505 QUÍMICA

6506 CABALLOS

6507 PLANETAS Y VIAJES
INTERPLANETARIOS.

6508 ANIMALES SALVAJES

6509 CIUDADES PERDIDAS

6510 PERROS

6511 PECES

6512 DE CUEVAS A
RASCACIELOS

6513 NUESTRA TIERRA

6514 LA PRIMERA GUERRA MUNDIAL

6515 EXPLORACIONES Y
DESCUBRIMIENTOS

6516 MATEMÁTICAS

6517 EL HOMBRE PRIMITIVO

6518 EXPERIMENTOS
CIENTÍFICOS

6519 EL MICROSCOPIO

6520 VUELO

6521 MAMÍFEROS
PREHISTÓRICOS

6522 ENERGÍA ATÓMICA

6523 ROBOTS Y CEREBROS
ELECTRÓNICOS

6524 BALLET

TRANSWORLD PUBLISHERS LTD. Bashley Rd.,
Londres, N.W.10

